

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

UNIDAD ACADÉMICA DE ARQUITECTURA DE PAISAJE

ANÁLISIS DE MATERIAL PÉTREO CONSTRUCTIVO *“MANUAL DE TÉCNICAS”*

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTO PAISAJISTA

PRESENTA:

EZEQUIEL HERNÁNDEZ PÉREZ

Cuenta 407114946

ASESORES:

DRA. EN ARQ. ISABEL ROCÍO LÓPEZ DE JUAMBELZ

M.EN ARQ. ALEJANDRO CABEZA PÉREZ

ARQ.PSJ ALICIA RÍOS MARTÍNEZ

DR. FRANCISCO JAVIER OLGUIN COCA

LIC. MA. TERESA LÓPEZ CASTRO

M.I. PÁNFILO ESTANISLAO SANTANDER PASTÉN

CIUDAD UNIVERSITARIA

MÉXICO DISTRITO FEDERAL

NOVIEMBRE DE 2015





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

La realización del manual de análisis de material pétreo constructivo fue auspiciada por el Programa de Apoyo de Proyectos para la Innovación y Mejoramiento para la Enseñanza, PAPIME PE401613 “Consolidación del Laboratorio para la Conservación del Patrimonio Natural y Cultural”.

AGRADECIMIENTOS

MAMÁ

GRACIAS POR TUS DESVELOS,
PREOCUPACIONES
Y TU INVALUABLE APOYO
AL RECORRER CONMIGO ESTA NUEVA AVENTURA
CON MUCHO CARIÑO.

PAPÁ

POR PREOCUPARTE Y ESTAR PRESENTE AL
PREGUNTARME:
¿CÓMO ESTAS? ¿NECESITAS ALGO?

A MI HERMANA CINDY

POR TU AYUDA, DESVELOS, COMPRENSIÓN
Y PACIENCIA.

IVAN

TE AGRADESCO
POR COMPARTIR TU TIEMPO Y BRINDARME TÚ AMISTAD.

KARINA

GRACIAS POR TU AMISTAD Y ÁNIMO BRINDADO.

LUZ

POR SU APOYO Y AMISTAD.

MISS SILVITA Y MISS TERESITA

BENDECIDO POR SUS PALABRAS DE ÁNIMO EN TIEMPOS DE ADVERSIDAD Y
VALIOSA AMISTAD.

MISS ROCÍO LÓPEZ DE JUAMBELZ

GRACIAS POR CREER EN MÍ,
POR SUS CONSEJOS, SU EJEMPLO DE PROFESIONALISMO
Y SU INVALUABLE AMISTAD.

“La arquitectura es el testigo insobornable de la historia, porque no se puede hablar de un gran edificio sin reconocer en él el testigo de una época, su cultura, su sociedad, sus intenciones...”

OCTAVIO PAZ

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. LEVANTAMIENTO	2
LEVANTAMIENTO DE RECONOCIMIENTO	3
LEVANTAMIENTO DE DETALLES	6
II. RECOLECTA	9
RECOLECTA DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO	10
III. PREPARACIÓN DE MUESTRAS	13
CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS	14
MATERIAL PÉTREO.....	15
CORAZONES DE MATERIAL PÉTREO.....	16
IV. ANÁLISIS FÍSICOS	17
PESO EN SITIO	18
PESO SECO	19
PESO SATURADO	20
DENSIDAD RELATIVA.....	21
RELACIÓN DE VACIOS	22
PORCENTAJE DE ARENAS	23
FORMA DE PARTÍCULAS.....	24
LÍMITE LÍQUIDO.....	25
LÍMITE PLÁSTICO	27
GRAVEDAD ESPECÍFICA.....	29
PESO VOLUMÉTRICO	30
V. ANÁLISIS MECÁNICO	32
COMPRESIÓN	33
ABRASIÓN	34
VI. ANÁLISIS QUÍMICOS	35
INTEMPERISMO ACELERADO	36
VII. VALORES DE REFERENCIA	38
VIII. MANEJO DE EQUIPO	45
GLOSARIO	53
CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo de **análisis de material pétreo constructivo “manual de técnicas”**, es dar a conocer a los arquitectos paisajistas técnicas experimentales ya probadas para el análisis de cementantes, recubrimientos y material pétreo utilizado en la construcción de edificios con valor patrimonial, bajo los estándares normativos de la **American Society for Testing and Materials (ASTM)**

“Calles, callejones, plazas, plazuelas, escalinatas, parques, alamedas, conjuntos y edificios religiosos, obras de arquitectura civil, que ordenan, articulan, caracterizan, dan escala, animan, embellecen, unen, separan, filtran, dirigen, orientan, enmarcan, soportan, rematan, jerarquizan, enmascaran, rellenan vacíos, o los dotan de sentido, son un símbolo de la grandeza perdida de la ciudad histórica en oposición de la ciudad moderna e industrial. Así la modernidad va imponiéndose ganando espacio y muchas veces destruyendo o deteriorando paisajes culturales irrepetibles e invaluable”¹.

El propósito de este manual es brindar al profesional de la conservación las herramientas necesarias para caracterizar el material pétreo y seleccionar adecuadamente el banco de material para la restitución de las piezas que lo demanden, o reproducir mezclas de suelos utilizados como cementantes o recubrimientos en favor de la conservación del paisaje cultural.

El manual se integra por 8 capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

1.- Levantamiento: que contiene el conjunto de operaciones y procedimientos topográficos que se ejecutan en campo y gabinete para representar de forma gráfica los rasgos físicos del terreno.

2.- Recolecta: describe los procedimientos utilizados para obtener, manipular y transportar las muestras representativas del material pétreo empleado en la edificación de patrimonio cultural.

3.- Preparación de muestras: refiere al conjunto de técnicas para preparar las muestras de suelo utilizadas como cementantes y recubrimientos, así como el material pétreo utilizado en la construcción de edificios con valor patrimonial.

4.- Análisis físicos: esta sección presenta todos los análisis físicos que se realizan a cementantes, recubrimientos y material pétreo.

5.- Análisis mecánico: describen la forma en la que el material pétreo se comporta al oponer resistencia ante la aplicación de una fuerza o carga.

6.- Análisis químicos: describe la técnica utilizada para evaluar el comportamiento del material pétreo a los efectos de acción química.

7.- Valores de Referencia: aquí se estipulan los valores normales y la información necesaria para la interpretación de los resultados.

8.- Manejo de equipo: se describe de una manera sistematizada y comprensible la forma de uso del equipo para la realización de las diferentes pruebas.

Se agregan:

Glosario
Conclusiones
Bibliografía

¹ (Ortiz Álvarez María Inés, 2012, págs. 37-38)

LEVANTAMIENTO

Topografía. Del griego: **topos**, lugar y **graphein**², describir. Se define como la ciencia que estudia los principios y métodos empleados para determinar la posición de puntos cualquiera sobre la superficie de la tierra y **levantamiento** del latín **levāntis**³, proveniente de levante, hace referencia al conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación.

² (Echegaray, 1889)

³ (Echegaray, 1889)

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Introducción

El conocimiento del objeto arquitectónico y su emplazamiento, obliga a los diferentes profesionales que actúan en pro de la conservación del patrimonio construido a obtener conocimientos y desarrollar habilidades técnicas que le permitan representar con fidelidad en un plano el objeto susceptible a conservar.

Por tal motivo, se hace necesario precisar definiciones y procedimientos sobre la materia que faciliten tal propósito.

La *topografía* se define como el conjunto de operaciones y procedimientos que se ejecutan en campo y gabinete para representar de forma gráfica en un plano los rasgos físicos del terreno, ya sean naturales o artificiales, sea en formato de papel o digital.

La topografía se divide en:

1.- Planimetría: Parte de la topografía que permite proyectar sobre un plano horizontal los elementos constitutivos o rasgos físicos del terreno, sin considerar la elevación entre ellos, (coordenadas XY).

2.- Altimetría (Hipsometría): Parte de la topografía cuyos procedimientos determinan la diferencia de elevaciones (alturas) entre los puntos del terreno, las cuales representan la distancia vertical medida a partir de un plano de referencia o superficie de nivel, (coordenada Z).

De acuerdo a las características físicas que presenta el espacio a levantar, la topografía hace uso de diferentes métodos, los cuales se definen como el conjunto de procedimientos que permiten obtener la información del sitio, y su elección dependerá del objetivo que se persiga, de las dimensiones del lugar y de los rasgos físicos existentes para ser realizado eficaz y eficientemente.

Para el propósito de este manual se describirán procedimientos que le permitan al profesionista de la conservación realizar trabajos específicos para entender y representar en un plano la información del sitio que coadyuva a la toma de decisiones.

A.-Levantamiento de reconocimiento

Se recomiendan para estudios preliminares ya que por la precisión de los instrumentos que se utilizan, los datos obtenidos solo deben tomarse como referencia.

A.1.- Cinta

Material

- Cinta de acero 30 m
- Plomadas
- Pintura de aceite en cualquier presentación
- Trompos de 15 a 30 cm
- Estacas de 15 a 30 cm
- Clavos para concreto de 10 cm
- Marro
- Estopa (para limpieza de cinta)
- Aceite quemado (para limpieza de cinta en caso de ser de acero)
- Machete

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Método

Medición directa: este procedimiento consiste en medir la distancia horizontal que existe entre dos puntos con la ayuda de una cinta, cuidando que la misma se coloque paralela al terreno, al aire, y marcando con estacas los puntos intermedios necesarios entre ambos vértices. En terrenos irregulares las distancias deberán realizarse en tramos horizontales, cuidando siempre el paralelismo de la cinta en relación al suelo.

Errores Frecuentes

1. No tensar ni colocar la cinta de forma horizontal.
2. Lecturas Incorrectas.
3. Registrar de manera errónea la información.
4. Omisión de distancias entre vértices.

A1.1 Determinar el perímetro

Procedimiento

I.- Trabajo de campo

1. Reconocer el predio.
2. Liberar de malezas si es necesario.
3. Establecer los vértices del terreno u objeto a levantar utilizando clavos, tropos o estacas.
4. Denotar los vértices con pintura.
5. Realizar croquis y orientarlo.
6. Medir y registrar la distancia horizontal de ida y regreso entre cada punto. *(Ver registro de campo Tabla 1)*
7. Limpiar la cinta empapando la estopa con el aceite quemado.

II.- Trabajo de gabinete

1. Dibujar y calcular el perímetro.
2. Elaborar el plano a escala conveniente.

A1.2 Determinar una superficie

Este procedimiento consiste en levantar el perímetro de la superficie a calcular, dividir la figura en triángulos considerando cualquiera de los siguientes métodos y realizar el cálculo en gabinete.

A1.2.a Método de Radiaciones

Para realizar un levantamiento por medio de este método, es necesario que desde un punto dentro del polígono se logren ver todos los vértices de éste y no exista dificultad para medir desde ese punto a cada uno de los mismos. Estas medidas realizadas del punto interior se denominan radiaciones y dividen el polígono en triángulos.

A1.2.b Método de Diagonales

Este método consiste en dividir el polígono en triángulos por medio de diagonales. Las longitudes de los lados del polígono y las diagonales se miden, anotándose el resultado en el registro de campo⁴.

⁴ (García Marquez, 1963, págs. 37,38).

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Procedimiento

I.- Trabajo de campo

1. Reconocer el predio.
2. Liberar de malezas si es necesario.
3. Establecer los vértices del terreno u objeto a levantar utilizando: clavos, tropos o estacas.
4. Denotar los vértices con pintura.
5. Realizar croquis, orientarlo y dibujar las líneas que formarán los triángulos.
6. Medir y registrar la distancia horizontal de ida y regreso entre cada vértice del polígono y las líneas auxiliares. *(Ver registro de campo Tabla 1)*

II.- Trabajo de gabinete

1. Dibujar y calcular el perímetro.
2. Calcular ángulos, perímetro y superficie.
3. Elaborar el plano a escala conveniente

A1.3 Determinar el perímetro y superficie de una edificación

El levantamiento de una edificación puede realizarse recorriendo su perímetro por la azotea, midiendo con cinta cada una de las líneas que la conforman. Debe cuidarse que la cinta se coloque paralela a la construcción, al aire, y marcando con clavos los puntos intermedios necesarios entre ambos vértices. Cabe mencionar que bajo esta técnica no se podrán registrar desplomes o desfases existentes del paramento del muro con relación al de su desplante.

Procedimiento

I.- Trabajo de campo

1. Reconocimiento de la edificación.
2. Liberar de obstáculos de ser necesario.
3. Establecer los vértices utilizando clavos.
4. Denotar los vértices con pintura.
5. 5.- Realizar croquis y orientarlo.
6. 6.- Medir y registrar la distancia horizontal de ida y regreso entre cada vértice.
7. *(Ver registro de campo Tabla 1)*

II.- Trabajo de gabinete

1. Dibujar planta arquitectónica y calcular el perímetro.
2. Elaborar el plano a escala conveniente.

Tabla 1. Registro de campo para perímetros o superficies.

Datos de proyecto. Método.				Localización:	
Est.	P.V.	Distancias			Croquis y notas.
		Ida	Regreso	Promedio	

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

B.- Levantamiento de detalles

Esta clase de levantamientos se realiza con instrumentos como el teodolito y estación total, su precisión es alta y permiten la construcción fiel del predio o edificación levantada sobre un plano.

B.1.- Tránsito y nivel fijo

El tránsito o teodolito es el instrumento universal en topografía, es posible realizar cualquier levantamiento con este equipo auxiliándose de cinta, estadal, balizas y plomadas. La precisión de las lecturas dependerá del número de repeticiones con la que se mida un ángulo sobre el círculo horizontal.

El uso del nivel fijo permite determinar las elevaciones de cualquier punto y configurar el relieve del terreno. Cabe mencionar que en la actualidad por el avance tecnológico estos instrumentos se ven desplazados a un segundo plano a lado de una estación total y un GPS.

Material

- Tránsito
- Tripié
- Cinta de Acero 30 m
- Plomadas
- Nivel fijo
- Estadal
- Brújula
- Pintura
- Trompos de 15 a 30 cm
- Estacas de 15 a 30 cm
- Clavos para concreto de 10 cm
- Marro
- Estopa (para limpieza de cinta)
- Aceite quemado (para limpieza de cinta en caso de ser de acero)
- Machete

Errores frecuentes

1. Utilizar el equipo en malas condiciones.
2. Manipular incorrectamente el teodolito.
3. Lecturas incorrectas.
4. No visar adecuadamente los puntos a medir.

B1.1 Determinar perímetro y superficie

Procedimiento

I.- Trabajo de campo

1. Reconocer el terreno a levantar.
2. Liberar de malezas si es necesario para garantizar la visibilidad en el teodolito.
3. Ubicar los vértices de la poligonal y marcarlos con clavos, trompos o estacas.
4. Denotar con pintura cada vértice.
5. Realizar croquis del polígono.
6. Centrar y nivelar el aparato en un vértice.
7. Orientar magnética o astronómica un lado de la poligonal.
8. Medir ángulos exteriores o interiores, longitudes y rumbos magnéticos.
9. Levantar detalles por medio de radiaciones.
10. Obtener los niveles de los puntos ya levantados mediante nivelación diferencial con nivel fijo.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

II.- Trabajo de gabinete

1. Calcular la poligonal.
2. Mediante interpolación, obtener las curvas de nivel.
3. Elaborar plano a escala conveniente en formato de papel o digital.

B1.2 Determinar perímetro y superficie de una edificación

Procedimiento

I.- Trabajo de campo

Planimetría

1. Reconocer el objeto a levantar.
2. Liberar de malezas si es necesario para garantizar la visibilidad en el teodolito.
3. Ubicar los vértices de la poligonal y marcarlos con clavos, trompos o estacas.
4. Denotar con pintura cada vértice.
5. Realizar croquis del polígono.
6. Construir poligonal de apoyo.
7. Levantar poligonal comprobando el cierre angular y lineal.
8. Centrar y nivelar el aparato en un vértice.
9. Levantar cada vértice de la edificación por radiaciones.

B1.3 Determinar la altura de una edificación

B1.3.a Puntos accesibles

Son aquellos que por las características físicas de la edificación pueden ser medidos directamente.

Procedimiento

1. A partir planimetría construir alzados.
2. Medir distancias verticales relacionándolas con los alzados.
3. Construir planos.

B1.3.b Puntos inaccesibles

Son aquellos que por las características físicas de la edificación deben ser medidos de forma indirecta.

1. Centrar y nivelar el teodolito frente a la edificación, a manera de tener el mayor número de puntos visibles sobre el paramento.
2. Posicionar el círculo vertical en $0^{\circ}00'$ mirando al edificio.
3. Medir la distancia horizontal comprendida entre el círculo vertical del aparato y el paramento del edificio.
4. Levantar fotográficamente el edificio, cuidando la horizontalidad de la(s) toma(s).
5. Identificar los puntos que permitan referenciar y escalar el levantamiento fotográfico con la edificación.
6. Medir los ángulos verticales de los puntos de interés.
7. Levantar portada.

II.- Trabajo de gabinete

1. Calcular la poligonal.
2. Elaborar plano a escala conveniente en formato digital.
3. Montar el testigo fotográfico en el CAD.
4. Escalar el modelo fotográfico acorde al modelo digital.
5. Redibujar.
6. Construir alzados.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

B.2.- Estación total y nivel fijo

La estación total es un teodolito electrónico con un distanciómetro que almacena y procesa la información de manera automática con precisión milimétrica, que dependiendo del equipo la deja lista para manipularse en un CAD. La utilización de este instrumento se ha vuelto común por la facilidad de levantar datos y por su gestión de la información.

Material

- Estación total
- Tripié
- Bastón con prisma
- GPS
- Nivel fijo
- Estadal
- Brújula
- Pintura
- Trompos de 15 a 30 cm
- Estacas de 15 a 30 cm
- Clavos para concreto de 10 cm
- Marro
- Estopa (para limpieza de cinta)
- Aceite quemado (para limpieza de cinta en caso de ser de acero)
- Machete

Errores más frecuentes

1. Utilizar el equipo en malas condiciones.
2. Manipular incorrectamente la estación total.
3. No tener bancos de nivel previos a utilización del aparato.
4. Utilizar bastones desplomados.

Procedimiento

I.- Trabajo de campo

1. Identificar los vértices del terreno a levantar y marcarlos con: clavos, tropos o estacas.
2. Denotar con pintura cada vértice.
3. Hacer croquis del terreno a levantar.
4. Colocar bancos de nivel utilizando el método de nivelación diferencial.
5. Levantar los vértices de la poligonal, y por medio de radiaciones los de interés.
6. Plantear poligonales auxiliares.
7. Tomar con brújula el rumbo o azimut de una de las líneas levantadas del polígono.

II.- Trabajo de gabinete:

1. Exportar la información de campo de la estación a la computadora.
2. Mediante software CAD dibujar la planimetría y triangular los puntos para obtener las curvas de nivel.
3. Elaborar plano a escala conveniente.

RECOLECTA

Recolecta del latín *recollectus*⁵. Acción de juntar personas o cosas dispersas, también se aplica a recoger la cosecha⁶. La recolecta entendida como la obtención del material que será trabajado en el laboratorio, trátase de rocas, suelos o plantas.

A través de la recolecta se adquieren las muestras que permitirán emitir los resultados, de ahí la importancia de que las muestras a trabajar sean representativas del universo a estudiar.

⁵ (Echegaray, 1889)

⁶ (Real Academia de la Lengua Española, 1996)

RECOLECTA DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

Introducción

Se describen los procedimientos utilizados para obtener, manipular y transportar muestras representativas del material empleado en la construcción de objetos arquitectónicos que poseen un valor artístico, histórico o cultural y ser caracterizados en laboratorio. Estas técnicas se dividen en la recolecta del material pétreo y de suelos utilizados como recubrimientos y cementantes de acuerdo a la norma ASTM D75-03⁷, usándose siempre guantes de látex para su ejecución.

A. Muestreo de recubrimientos, cementantes y material pétreo en edificaciones

Material

- Bolsas con cierre dentado 18X20 cm Ziploc Multi-Pack®
- Brocha
- Brújula
- Cámara fotográfica
- Cuña
- Escobillas y recogedores
- Etiquetas auto adheribles
- Flexómetro
- Marcador permanente
- Marro
- Papel y lápiz
- Pica geológica
- Rasqueta o minirasqueta
- Tabla de trabajo

Método

Recubrimientos

1. Identificar visual y táctilmente los recubrimientos que física y mecánicamente han desarrollado un mejor trabajo sobre en el objeto arquitectónico.
2. Registrar su posición en las plantas arquitectónicas y cortes.
3. Identificar los recubrimientos de inferior calidad.
4. Registrar su posición en las plantas arquitectónicas y cortes.
5. Fotografiar frontal y lateralmente el objeto arquitectónico antes, durante y después del muestreo.
6. Procurar 75 g por muestra en ambas caras del muro, observando la misma posición en ambos lados.
7. Delimitar el lugar del muestreo con ayuda de la cuña, penetrando hasta el material pétreo.
8. Retirar con la minirasqueta de un tajo el recubrimiento.
9. Colocar con ayuda de las brochas, escobillas y recogedores la muestra en la bolsa con cierre junto con los residuos generados.
10. Asignar la clave de identificación, etiquetar la muestra, referirla a los planos de resguardo, a la tabla de registro sugerida y a la bitácora de investigación.
11. Describir la muestra. (Ver tabla 1 registro de recolecta)
12. Almacenar las muestras en un contenedor seco y fresco.
13. Limpiar la herramienta por muestreo.

⁷ (ASTM International, 2003)

RECOLECTA DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

Cementantes

1. Recolectar sobre el mismo sitio donde fueron extraídos cada uno de los recubrimientos.
2. Fotografiar frontal y lateralmente el objeto arquitectónico antes, durante y después del muestreo.
3. Raspar con la rasqueta las juntas, extrayendo el cementante (suelos y cuñas) con la ayuda de brocha, escobilla y recogedor.
4. Procurar muestras de 75 a 100 g.
5. Colocar el ejemplar en una bolsa con cierre.
6. Asignar la clave de identificación, etiquetar la muestra, referirla a los planos de resguardo, a la tabla de registro sugerida y a la bitácora de investigación.
7. Describir la muestra. *(Ver tabla 1 registro de recolecta)*
8. Almacenar las muestras en un contenedor seco y fresco.
9. Limpiar la herramienta por muestreo.

Material pétreo

1. Recolectar en el sitio de extracción de recubrimientos y cementantes.
2. Identificar con precisión el material pétreo interior más cercano al muestreo de recubrimientos y cementantes.
3. Recolectar fábricas mayores, originales o restauradas sin comprometer la estabilidad estructural o valor artístico del objeto.
4. Si no es posible la recolección de fábricas, muestrear “escamas”.
5. Aflojar con la rasqueta el perímetro del material pétreo.
6. Aflojar lentamente con ayuda de la cuña.
7. Colectar todo material generado con la brocha y recogedor, resguardándolo en la bolsa con cierre.
8. Retirar manualmente el material pétreo.
9. Antes de embolsarlo, limpiar la cara que ve al exterior del muro liberándolo del polvo.
10. Marcar la cara con marcador permanente.
11. Extraer una pieza cuña pétreo cercana al centro del muro, sin importar su tamaño.
12. Registrar la posición de los elementos pétreos derruidos y no articulados al objeto arquitectónico y tratarlos como muestreo mayor.
13. Colocar el ejemplar en una bolsa con cierre.
14. Asignar la clave de identificación, etiquetar la muestra, referirla a los planos de resguardo, a la tabla de registro sugerida y en la bitácora de investigación.
15. Describir la muestra. *(Ver tabla 1 registro de recolecta)*
16. Almacenar las muestras en un contenedor seco y fresco.
17. Limpiar la herramienta por muestreo para evitar contaminar las recolecciones sucesivas.

Tabla 1 Registro para recolecta de recubrimientos, cementantes y material pétreo en edificaciones.

Intervención:					Responsable:						Fecha:	
Núm	Clave	Rbo	Microclima de muestreo	Comportamiento	Textura	Alteración	Color	Tamaño	Forma	Contaminantes / humedad	Observaciones	Coordenadas de referencia
1												
2												
3												
Etc.												

RECOLECTA DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

B.- Muestreo de suelos y material pétreo en bancos de material

Material

- Aserrín, viruta o paja
- Arcos con segueta o alambre de acero
- Barretas
- Brochas
- Cajones de madera para empacar las muestras
- Cucharas de albañil
- Cuchillos
- Espátulas
- Flexómetro
- Lámpara de gas
- Machetes
- Manta de cielo
- Palas
- Picos
- Recipiente metálico para calentar y mezclar la parafina con la brea
- 4 partes parafina
- 1 parte brea

Método

1. Obtener las muestras del sitio menos intemperizado.
2. Limpiar la superficie.
3. Preparar la mezcla derritiendo la parafina y brea, mantenerla tibia y fluida.
4. Marcar en el terreno un cuadro de 20 cm por lado.
5. Excavar lo necesario para labrar un cubo.
6. Colectar al menos dos muestras cúbicas de 20 x 20 cm.
7. Proteger las caras del cubo antes de su desprendimiento con la manta de cielo empapado con la mezcla de parafina y brea.
8. Realizar el corte final sobre la base con la pala con un ángulo de 45°.
9. Proteger inmediatamente con la manta de cielo y parafina.
10. Aplicar una capa más de brea y parafina sobre todo el cubo.
11. Empacar las muestras con aserrín en cajones de madera.
12. Adherir etiqueta de identificación de muestra. *(Ver 2 etiqueta de identificación)*

Tabla 2 Etiqueta de identificación de suelos y fragmentos de roca en banco de material.

Banco de material:		Responsable:		
Ubicación:		Fecha:		
Localización de muestreo:		Hora:		
Núm.	Tipo de Material	Profundidad de excavación	Espesor de estrato	Observaciones.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
etc.				

PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Muestra del latín **monstrāre** proveniente de *mostrar* – manifestar, se refiere a cualquier cosa que se registra para reconocerla⁸. También es una parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él⁹.

A través de una muestra se puede realizar una detallada descripción del paisaje correspondiente al área de muestreo. De una muestra seleccionada de manera aleatoria, se espera que sus propiedades sean extrapolables a toda la población de la que pertenece esa muestra. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

⁸ (Echegaray, 1889)

⁹ (Real Academia de la Lengua Española, 1996)

PREPARACIÓN-CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS

Introducción

Esta sección describe la técnica para preparar las muestras de suelo utilizadas como cementantes y recubrimientos en la construcción de edificios con valor patrimonial, y realizar las pruebas físicas que correspondan a su análisis según las normas "M·MMP·1·03/03"¹⁰ "N-CMT-1-01"¹¹. El procedimiento descrito en este apartado deberá de realizarse usando guantes de látex para la manipulación de los ejemplares.

Materiales

- Brocha de 1/2"
- Charola metálica rectangular de 20 x 40 cm Mont-Inox®
- Martillo de doble cabeza de nylon o teraftalato
- Horno industrial eléctrico de temperatura controlada ELE® Hemel Hempstead Hertfordshire, England- Modelo 3BS83C101

Método

1. Este procedimiento disgregará los materiales que integran la mezcla o aglomerado, por lo cual deberán realizarse con anterioridad las pruebas que demandan el estudio de las muestras sin que se vea comprometida su integridad física.
2. Llevar registro fotográfico.
3. Secar en horno las muestras menores a 2 pulgadas durante 16 h a 110°C hasta obtener un peso constante.
4. Disgregar los aglomerados con ayuda del martillo a través de pequeños golpes.
5. Colocar el material sobre la charola y zarandear manualmente, hasta obtener una mezcla homogénea.

¹⁰ (SCT, 2003)

¹¹ (SCT, 2003)

PREPARACIÓN – MATERIAL PÉTREO

Introducción

Este apartado describe el procedimiento utilizado para manipular y preparar las muestras de material pétreo utilizado en la edificación de objetos de valor patrimonial, para su análisis físico y mecánico en pro de la conservación del mismo, según las normas “M-MMP-1-03/03”¹² “N-CMT-1-01”¹³. Cada procedimiento que a continuación se describen se deberá de utilizar guantes de látex para la manipulación las muestras.

A.- Muestra unitaria

Este procediendo se realiza cuando la muestra es una pieza de material pétreo que constituyó en algún momento un elemento arquitectónico y se encuentra desarticulado al mismo.

Materiales

- Brocha de 1/2”
- Charola metálica rectangular de 20 x 40 cm Mont-Inox®

Método

1. Retirar el polvo y cualquier contaminante del material pétreo y contenerlo en la charola.
2. Registrar el peso de la muestra.
3. Determinar el tipo de partículas y contaminantes presentes en los residuos producto de la limpieza.

B.- Muestra disgregada

Este procedimiento se realiza cuando el material pétreo forma un conglomerado o mezcla.

Materiales

- Brocha de 1/2”
- Polietileno en rollo
- Martillo de doble cabeza de nylon o teraftalato

Método

1. Liberar con la brocha los contaminantes presentes en la muestra, reservarlo en la charola para su análisis, registro y embalaje.
2. Colocar la muestra sobre el polietileno.
3. Disgregar la muestra con ayuda del martillo y reservarla para su análisis físico.

¹² (SCT, 2003)

¹³ (SCT, 2003)

PREPARACIÓN – CORAZONES DE MATERIAL PÉTREO

Introducción

Este apartado describe el procedimiento utilizado para obtener los corazones del material pétreo utilizado en la edificación de objetos de valor patrimonial y ser sometidos a la prueba de compresión.

Materiales

- Charola metálica rectangular de 20 x 40 cm Mont-Inox®
- Extractora de núcleos con broca de diamante industrial ELVEC Modelo M1AA-15 Serial 022547
- Esmeril de banco
- Discos diamantados

Método

1. Colocar la roca sobre el extractor de núcleos, siempre orientado la cara que miraba al exterior del elemento arquitectónico hacia arriba.
2. Humedecer la broca y material pétreo gradualmente como ésta vaya penetrando la muestra.
3. Procurar un cilindro cuya altura sea dos veces el diámetro de la base.
4. Marcar con tinta permanente sobre el cuerpo del cilindro una flecha en dirección en la que se realizó el corte.
5. Lavar la pieza a chorro de agua.
6. Secar la pieza a temperatura ambiente por 24 h.
7. Cabecear la pieza con un esmeril si la superficie no es muy rugosa, de lo contrario retirar la piedra y sustituirla por un disco diamantado para realizar el corte.
8. Resguardar la muestra protegiéndola de cualquier golpe o vibración en cajas de cartón o contenedores de madera rellenas con aserrín o un material semejante.

ANÁLISIS FÍSICOS

Análisis Físico: la palabra análisis de origen griego *ἀνάλυσις*¹⁴ formada por los vocablos *ἀνά* = arriba, *λύειν* = soltar, *σις* = acción, que alude a disolver las cosas en sus partes elementales; físico, del adjetivo griego *φυσικο*¹⁵, cuya génesis *Φυσιος* se refiere a **phýsis** acción de hacer, nacer, crecer, formación y naturaleza, aludiendo a lo “perteneiente o relativo a la constitución y naturaleza de un objeto”¹⁶.

El análisis físico asimila el estado y forma de la materia independientemente a su composición molecular, caracterizando al objeto en cuestión, siendo los parámetros físicos los que permiten entender su parte estructural y morfológica.

¹⁴ (WordPress.org, 2014)

¹⁵ (dechile.net, 2015)

¹⁶ (Diccionario de la Real Academia Española., 2015)

ANÁLISIS FÍSICOS – PESO EN SITIO DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

Introducción

Este procedimiento consiste en pesar los cementantes, recubrimientos y material pétreo utilizados como material de construcción en la edificación de patrimonio cultural. El contraste de este parámetro con el peso seco, permite conocer la cantidad de agua contenida por éstos en el lugar del muestreo, de acuerdo la norma “ASTM C97-02”¹⁷. Esta propiedad influye en la adherencia, la resistencia a los cambios de temperatura y abrasión. De no ser posible pesar y registrar el peso de la muestra *in situ*, es indispensable realizar el procedimiento de forma inmediata en laboratorio.

Material

- Balanza de tres dígitos capacidad de 15 kg Ohaus® Modelo 3000 Series
- Brocha suave ½”
- Charola metálica rectangular de 20 X 40 cm Mont-Inox®
- Flexómetro

Método

1. Describir la mezcla o aglomerado (véase *Tabla 1 RECOLECTA*)
2. Realizar registro fotográfico.
3. Limpiar la superficie de residuos ajenos a la muestra con la brocha.
4. Colocar la muestra sobre la báscula y registrar su peso en kilogramos.
5. Medir con el flexómetro el perímetro de la muestra en sus dos sentidos.
6. Registrar dimensiones.

¹⁷ (ASTM International, 2002)

ANÁLISIS FÍSICOS – PESO SECO DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

Introducción

Esta prueba consiste en secar las muestras de cementantes, recubrimientos o material pétreo a una temperatura uniforme hasta obtener un peso constante, permitiendo así el cálculo de su contenido de agua según la norma, ASTM C97-02.¹⁸ La manipulación de las muestras sometidas a temperaturas altas deberá realizarse con guantes Terry para calor.

Material

- Balanza de tres dígitos capacidad 15 kg Ohaus® Modelo 3000 Series
- Bitácora
- Cámara fotográfica
- Charola metálica rectangular de 20 x 40 cm Mont-Inox®
- Desecador de vacío
- Flexómetro
- Horno industrial eléctrico de temperatura controlada ELE® Hemel Hempstead Hertfordshire, England-Modelo 3BS83C101

Método

1. Realizar el procedimiento una vez registrado el peso en sitio.
2. Realizar registro fotográfico, antes, durante y después del procedimiento.
3. Colocar la muestra sobre la charola.
4. Secar en horno durante 16 h a 110°C hasta obtener un peso constante.
5. Registrar en bitácora cualquier cambio físico experimentado.
6. Enfriar en un desecador de vacío.
7. Medir con el flexómetro el perímetro de la muestra en sus dos sentidos.

Cálculo

Fórmula

$$\% \text{ agua} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Dónde:

w_s = Peso de la muestra en sitio

w_d = Peso de la muestra seca

% agua = % de agua contenido en la muestra

¹⁸ (ASTM International, 2002)

ANÁLISIS FÍSICOS- PESO SATURADO DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

Introducción

Este procedimiento se realiza sumergiendo las muestras en agua destilada permitiendo su saturación. Por medio de este parámetro se conoce el contenido máximo de agua que la muestra puede contener, así como evaluar sus características de porosidad y permeabilidad, según la norma "ASTM C97-02"¹⁹.

Material

- Agua destilada PISA Farmacéutica®
- Bandeja plástica
- Balanza de tres dígitos capacidad 15 kg Ohaus® Modelo 3000 Series
- Bitácora
- Charola metálica rectangular de 20 x 40 cm Mont-Inox ®
- Papel filtro SENNA® papel cuantitativo retención de partículas finas No. 5C / 18.2 cm / flujo lento
- Muestra de cementante, recubrimiento o material pétreo a evaluar

Método

Material pétreo.

1. Realizar el procedimiento máximo 72 h después de haber secado las muestras en horno.
2. Realizar registro fotográfico, antes, durante y después del procedimiento.
3. Llenar la bandeja plástica con el agua destilada.
4. Sumergir el material o corazón pétreo 48 h.
5. Secar con un paño húmedo el exterior de las muestras.
6. Pesar la muestra.
7. Registrar el peso S.S.S (saturado y superficialmente seco, *ver glosario*).
8. Medir con el flexómetro el perímetro de la muestra en sus dos sentidos.

Cementantes y recubrimientos.

1. Realizar el procedimiento máximo 72 h después de haber secado las muestras en horno.
2. Realizar registro fotográfico, antes, durante y después del procedimiento.
3. Llenar la bandeja plástica con el agua destilada.
4. Pesar el papel filtro.
5. Envolver las muestras con el papel filtro.
6. Sumergir el material 48 h.
7. Secar el exterior con un paño húmedo.
8. Pesar la muestra.
9. Registrar el peso saturado y superficialmente seco (S.S.S).
10. Medir con el flexómetro el perímetro de la muestra en sus dos sentidos.

Cálculo

Fórmula

$$\% aW = \frac{W_{sa} - W_d}{W_d} \times 100$$

Dónde:

%aW = Porcentaje de absorción en peso (*cantidad de agua máxima que puede contener la muestra*)

W_{sa} = Peso de la muestra saturada

W_d = Peso de la muestra

¹⁹ (ASTM International, 2002)

ANÁLISIS FÍSICOS- DENSIDAD RELATIVA DE CEMENTANTES, RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

Introducción

Esta prueba consiste en sumergir las muestras en un vaso de precipitados y registrar el volumen desplazado por las mismas. El conocimiento de esta variable permite estimar el peso específico, así como relación de vacíos existentes en la muestra, según la norma "ASTM C97-02"²⁰.

Material

- Balanza de tres dígitos capacidad 15 kg Ohaus® Modelo 3000 Series
- Caja Petri
- Charola metálica circular de 0.385 m Mont-Inox®
- Desecador de vacío
- Espátula
- Franela
- Horno industrial eléctrico de temperatura controlada ELE® Hemel Hempstead Hertfordshire, England-Modelo 3BS83C101
- Malla del N° 4 o 4,75 mm Mont-Inox®
- Vaso de precipitados de 25 ml con divisiones de 1 ml
- Vaso de precipitados de 1000 ml y divisiones a cada 50 ml

Método

Cementantes y recubrimientos.

1. Pesar 15 g de material.
2. Colocar la muestra en la caja petri y secar en horno por 16 h a una temperatura de 110°C hasta obtener un peso constante.
3. Pesar y registrar el peso seco de la muestra.
4. Llenar con agua el vaso de precipitados de 25 ml a un volumen de 10 ml.
5. Agregar la muestra al vaso de precipitados.
6. Registrar el aumento de volumen.

Material pétreo.

1. Colocar el ejemplar en la charola circular y secar por 16 h en horno a una temperatura de 110°C hasta obtener un peso constante.
2. Llenar el vaso de precipitados con un volumen de 500 ml.
3. Agregar la muestra.
4. Registrar el aumento de volumen.

Cálculo

Fórmula

$$dRa = \frac{Wd}{Vm}$$

Dónde:

dRa = Densidad relativa aparente

W_d = Peso de la muestra seca (*expresado en gramos*)

V_m = Volumen del material

²⁰ (ASTM International, 2002)

ANÁLISIS FÍSICOS- RELACIÓN DE VACÍOS EN CEMENTANTES RECUBRIMIENTOS Y MATERIAL PÉTREO

Introducción

Este procedimiento permite estimar los poros existentes en un cementante o recubrimiento según la norma ASTM C97-02²¹. A partir de este parámetro se puede inferir el comportamiento de la mezcla o aglomerado a ciclos de congelación y deshielo²².

Material

- Valores de densidad aparente y peso saturado y superficialmente seco (SSS) de cada muestra.

Cálculo

Fórmula

$$R_v = 1 - \frac{dRa}{S * m_u H_2O}$$

Dónde:

R_v = Relación de vacíos

dRa = Densidad relativa aparente

S = Peso SSS

$m_u H_2O$ = Masa unitaria del agua

Registro de datos.

N°	Clave	Masa unitaria del agua	Densidad aparente	Peso SSS (s)	Relación de vacíos.
1					
2					
3					

²¹ (ASTM International, 2002)

²² (Neville, 1999, págs. 88-89)

ANÁLISIS FÍSICOS- % DE ARENAS EN CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS

Introducción

Esta técnica determina el porcentaje de arenas-finos en una mezcla o aglomerado que ha sido utilizada como recubrimiento o cementante en la edificación de patrimonio cultural y así reproducir la muestra conveniente según las normas “ASTM-C- 125”,²³ “ASTM-C-1252-06”²⁴ “SCT M·MMP·4·04·005/08”.²⁵

Material

- Charola metálica circular de 0.385 m Mont-Inox®
- Embudo.
- Equipo de equivalente de arena Humboldt® Modelo MFG CO H-4340 EA
- Malla del N° 4 o 4,75 ml Mont-Inox®)
- Regla métrica
- Solución stock o también conocida como solución madre
- Tamizador tipo Tyler® modelomRX-812
- 50 g de muestra

Método²⁶

1. Armar el equipo de equivalente de arena.
2. Colocar el sifón a una elevación superior a la mesa de trabajo.
3. Colocar cuatro pulgadas de solución madre en la probeta graduada.
4. Tamizar la muestra sobre la charola circular durante 10 minutos con la malla N°4.
5. Realizar un cuarteo en un paño de plástico con la ayuda de la regla metálica.
6. Llenar la cápsula metálica del “equipo de equivalente de arena” con el material cuarteado.
7. Enrazar y depositar con ayuda del embudo el material en la probeta que contiene la solución.
8. Dejar reposar 10 min.
9. Colocar el tapón de hule a la probeta.
10. Agitar manualmente en forma horizontal, con una carrera mínima de 30 cm por un periodo de 90 ciclos, a una velocidad de 2 ciclos por segundo.
11. Retirar el tapón de hule.
12. Realizar el lavado del material, introduciendo el irrigador en la parte inferior de la probeta inclinada, realizando el llenado de la parte inferior hacia la superficie, provocando que las partículas más pequeñas queden suspendidas en la solución.
13. Dejar reposar el material en la probeta por 20 min.
14. Medir sobre la graduación de la probeta la cantidad presente de arcilla (partículas finas que se encuentran en suspensión).
15. Introducir el medidor en la probeta hasta el nivel de los sedimentos, el agua se desplaza hacia la parte superior del émbolo. Se mide el espesor de las arenas compactadas por debajo del pisón.

Cálculo

Fórmula

$$\%Ea = \frac{Ns}{Na} \times 100$$

Dónde:

%Ea = Porcentaje de equivalente de arenas

Ns = Nivel de arenas (*en pulgadas*)

Na = Nivel de arcilla (*en pulgadas*)

²³ (ASTM International, 2014)

²⁴ (ASTM International, 2006)

²⁵ (SCT, 2008)

²⁶ (Pasten, 2013)

ANÁLISIS FÍSICOS- FORMA DE LAS PARTÍCULAS EN CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS

Introducción

Este procedimiento permite caracterizar el alargamiento (geometría) de las partículas de mezclas o aglomerados utilizados como cementantes y recubrimientos en la edificación de patrimonio cultural, según las normas: "ASTM-C- 125",²⁷ "ASTM-C-1252-06",²⁸ "SCT M-MMP-4-04-005/08"²⁹. Este parámetro permite tener elementos para reproducir los cementantes con mejor comportamiento físico.

Material

- Balanza triple escala Ohaus® Modelo 2209
- Charola metálica circular de 0.385 m Mont-Inox®
- Escantillón de lajeo ELE® Hemel Hempstead, Hertfordshire, England
- Escantillón de alargamiento ELE® Hemel Hempstead, Hertfordshire, England
- Mallas números 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", ¼", y la N° 4 o 4,75 ml Mont-Inox®
- Tamizador tipo Tyler® Modelo RX-812
- 100 g de cementante o recubrimiento (PREPARACIÓN DE MUESTRAS)

Método

Lajeo

1. Pesarse cada malla a utilizar, incluyendo la base.
2. Registrar peso.
3. Sobreponer las mallas de forma ascendente.
4. Agregar la muestra.
5. Ajustar las mallas sobre el tamizador, haciéndolo trabajar 10 minutos.
6. Pesarse cada malla con el material retenido.
7. Pasar cada criba a través del escantillón de lajeo.
8. Separar las partículas que atraviesan el escantillón y las que son retenidas.
9. Pesarse el material que atravesó el escantillón de lajeo.

Cálculo

Fórmula

$$\%l = \frac{We}{Wr} \times 100$$

Dónde:

%l = Porcentaje de lajeo

We = Peso del material que pasó el escantillón de lajeo (*expresado en gramos*)

Wr = Peso total de las partículas retenidas para la malla determinada (*expresado en gramos*)

Alargamiento

1. Reunir el material que fue separado por el escantillón de lajeo de cada tamiz.
2. Pasar cada criba por escantillón de alargamiento sobre la charola circular.
3. Pesarse las partículas retenidas en el escantillón.
4. Determinar el porcentaje de alargamiento de las partículas de cada malla.

Cálculo

Fórmula

$$\%A = \frac{We}{Wr} \times 100$$

Dónde:

%A = Porcentaje de alargamiento

We = Peso del material que pasó el escantillón de alargamiento (*expresado en gramos*)

Wr = Peso total de las partículas retenidas para la malla determinada (*expresado en gramos*)

²⁷ (ASTM International, 2014)

²⁸ (ASTM International, 2006)

²⁹ (Pasten, 2013, págs. 23-25)

ANÁLISIS FÍSICOS- LÍMITE LÍQUIDO EN CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS

Introducción

Esta técnica determina la cantidad de agua necesaria que debe ser añadida a mezclas de suelos según la norma "ASTM Standard D4318³⁰, utilizados como cementantes o recubrimientos en la conservación de patrimonio cultural edificado, garantizando el trabajo mecánico de la misma.

Material

- Agua destilada PISA Farmacéutica®
- Balanza triple escala Ohaus® Modelo 2209
- Cápsula de porcelana
- Charola circular de 0.385 m Mont-Inox®
- Copa de casa grande ELE® Hemel Hempstead, Hertfordshire, England
- Espátula de acero flexible de 7.5 cm de largo por 2 cm de ancho
- Horno industrial eléctrico de temperatura controlada ELE® Hemel Hempstead Hertfordshire, England-Modelo 3BS83C101
- Malla 40 o 4,75 ml Mont-Inox®
- Piseta
- Sifón
- Vidrio de reloj
- 50 g de cementante o recubrimiento, preparado según apartado "preparación de muestras"

Método

1. Cribar la muestra con la malla 40.
2. Colocar la muestra en la cápsula de porcelana.
3. Homogenizar el material con la ayuda de la espátula, agregando pequeñas cantidades de agua destilada con ayuda de la piseta.
4. Obtener una pasta uniforme.
5. Colocar en la copa de Casagrande.
6. Extender con la espátula.
7. Lograr un espesor de 8 a 10 mm al centro.
8. Ranurar en la parte central con el ranurador.
9. Hacer caer la copa dos veces por segundo, durante 25 golpes.
10. Ajustar el contenido de agua hasta que la longitud de contacto de la muestra sea de 13 mm.
11. Pesar vidrio de reloj.
12. Colocar una porción pequeña del material en el vidrio de reloj.
13. Pesar el vidrio de reloj con la muestra.

Cálculo de contenido de humedad

Fórmula

$$CH = WHv - Wvr$$

Dónde:

CH = Contenido de humedad

WHv = Peso húmedo de la muestra más peso de vidrio de reloj

Wvr = Peso de vidrio de reloj

³⁰ (ASTM International, 2010)

ANÁLISIS FÍSICOS- LÍMITE LÍQUIDO EN CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS

1. Hornear la muestra en el vidrio de reloj a 110°C hasta obtener un peso constante.
2. Enfriar dentro del horno o en el desecador.
3. Registrar peso del material seco.

Cálculo del peso seco

Fórmula

$$W_d = W_{dv} - W_{vr}$$

Dónde:

W_d = Peso seco de la muestra

W_{dv} = Peso seco de la muestra más peso de vidrio de reloj.

W_{vr} = Peso de vidrio de reloj.

Cálculo del porcentaje de límite líquido

Fórmula

$$\%LI = \frac{W_H - W_d}{W_d} \times 100$$

Dónde:

$\%LI$ = Porcentaje de límite líquido

W_H = Peso húmedo de la muestra

W_d = Peso seco de la muestra

ANÁLISIS FÍSICOS- LÍMITE PLÁSTICO EN CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS

Introducción

La técnica consiste en determinar el contenido de agua que las mezclas de suelos deben poseer para que los cementantes o recubrimientos sean maleables favoreciendo su trabajo mecánico, de acuerdo a la norma "ASTM Standard D4318".³¹

Material

- Balanza de tres dígitos capacidad 15 kg Ohaus® Modelo 3000 Series
- Cápsula de porcelana
- Charola circular de 0.385 m Mont-Inox®
- Espátula de acero flexible de 7.5 cm de largo por 2 cm de ancho
- Vidrio de reloj
- Placa de vidrio

Método

1. Tomar manualmente una muestra de material sometida al análisis del límite líquido.
2. Formar un cilindro.
3. Pasar el cilindro sobre la placa de vidrio y reducir su diámetro a 3 mm.
4. Colocar en el vidrio de reloj los fragmentos de cilindro.

Cálculo del contenido de humedad

Fórmula

$$CH = WHv - Wvr$$

Dónde:

CH = Contenido de humedad

WHv = Peso húmedo de la muestra más peso de vidrio de reloj

Wvr = Peso de vidrio de reloj

Cálculo del peso seco

Fórmula

$$Wd = Wsv - Wvr$$

Dónde:

W_d = Peso seco

W_{sv} = Peso seco de la muestra más peso de vidrio de reloj.

W_{vr} = Peso de vidrio de reloj.

Cálculo del límite líquido

Fórmula

$$Ll = \frac{CH}{Wd}$$

Dónde:

LI = Límite Líquido

CH = Contenido de humedad de la muestra

W_d = Peso seco de la muestra

³¹ (ASTM International, 2010)

ANÁLISIS FÍSICOS- LÍMITE PLÁSTICO EN CEMENTANTES Y RECUBRIMIENTOS

Cálculo del índice Plástico

Fórmula

$$I_p = Ll - Lp$$

Dónde:

I_p =Índice plástico (*ver glosario*)

Ll =Límite líquido (*ver glosario*)

Lp =Límite plástico (*ver glosario*)

ANÁLISIS FÍSICOS- GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL MATERIAL PÉTREO

Introducción

Este procedimiento consiste registrar el peso saturado y superficialmente seco del material pétreo, este parámetro permite evaluar la calidad del material según la norma ASTM C97-02.³²

Material

- Agua destilada PISA Farmacéutica®
- Balanza de tres dígitos capacidad 15 kg Ohaus® Modelo 3000 Series
- Bandeja plástica
- Bitácora

Método

1. Realizar el procedimiento máximo 72 h después de haber secado las muestras en horno.
2. Pesarse y registrar el peso seco de la muestra.
3. Realizar registro fotográfico, antes, durante y después del procedimiento.
4. Llenar la bandeja plástica con el agua destilada.
5. Sumergir el material pétreo 48 h.
6. Retirar la muestra de la bandeja plástica y secar con un paño húmedo.
7. Pesarse y registrar el peso saturado y superficialmente seco.
8. Sumergir el material pétreo por una hora más para eliminar burbujas.
9. Retirar la muestra de la bandeja plástica.
10. Pesarse y registrar el peso de la muestra empapada.

Cálculo

Fórmula

$$gE = \frac{W_d}{W_m - W_{SSS}}$$

Dónde:

gE = Gravedad específica

w_d = Peso seco de la muestra

w_m = Peso de la muestra empapada con agua.

w_{SSS} = Peso de la muestra saturada y superficialmente seca.

³² (ASTM International, 2002)

ANÁLISIS FÍSICOS- PESO VOLUMÉTRICO DEL MATERIAL PÉTREO

Introducción

La prueba consiste en pesar el volumen que ocupa un material determinado al simular una caída de reloj de arena que provoque su acomodo natural. El conocimiento de esta variable permite calcular el volumen del material pétreo necesario para conservar o restaurar un objeto arquitectónico con valor patrimonial.³³

A. Para elementos pétreos ≤ 7.5 cm.

Material

- Báscula 120 kg Oken®
- Cucharón cuadrado de lámina Mont-Inox®
- Material pétreo
- Molde Metálico de 10 l Mont-Inox®
- Regla metálica Mont-Inox®

Método

1. Colocar en el molde el material, simulando una caída de reloj de arena a 20 cm.
2. Enrazar con la regla metálica.
3. Pesar.

Cálculo

Fórmula

$$WV = \frac{Wm}{Vr}$$

Dónde:

WV = Peso volumétrico

Wm = Peso del Material (*expresado en gramos*)

Vr = Volumen del molde (*expresado en litros*)

Elementos pétreos ≥ 7.5 cm.

Material

- Báscula 120 kg Oken®
- Brocha
- Cepillo de acero
- Estearato de Zinc $Zn[CH_3(CH_2)_{16}CO_2]$
- Hilo cáñamo
- Parafina

Método

1. Retirar impurezas con el cepillo de acero.
2. Pesar y registrar el peso en gramos.
3. Recubrir la piedra con estearato de zinc con ayuda de la brocha.

³³ (Pasten, 2013)

ANÁLISIS FÍSICOS- PESO VOLUMÉTRICO DEL MATERIAL PÉTREO

4. Calentar la parafina a 60°C.
5. Cubrir con parafina el material pétreo.
6. Deja enfriar.
7. Pesar.
8. Registrar el resultado en gramos

Cálculo

Fórmula

$$WV = \frac{Wm}{Wmp - Ws - [(Wmp - Wm)/Dp]} \times 1000$$

Dónde:

WV = Peso volumétrico

Wm = Peso del material pétreo (*expresado en gramos*)

Wmp = Peso de material pétreo recubierto de parafina (*expresado en gramos*)

Ws = Peso sumergido de la roca (*expresado en gramos*)

Dp = Densidad de la parafina, (0.93)

ANÁLISIS MECÁNICO

Propiedad del latín **proprietas**³⁴, compuesta por el prefijo *pro* = poner a la vista, el adjetivo **privus** = de uno solo, y el sufijo *tas*= cualidad; lo que alude al atributo o cualidad esencial de algo o alguien³⁵. Mecánica del griego **mekhanikos**³⁶ compuesta por **mekhane** = máquina y el sufijo *ico* = relativo. Es parte de las matemáticas mixtas, trata del movimiento y la naturaleza de las fuerzas motrices³⁷. Propiedades mecánicas, hace referencia a los agentes físicos que pueden producir efectos como choques, rozaduras y erosiones³⁸.

Las propiedades mecánicas de los materiales describen la forma en la que éstos se comportan al oponer resistencia ante la aplicación de una fuerza o carga (w).

³⁴ (dechile.net, 2015)

³⁵ (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2015)

³⁶ (dechile.net, 2015)

³⁷ (Echegaray, 1889, pág. 231)

³⁸ (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 2015)

ANÁLISIS MECÁNICO-COMPRESIÓN

Introducción

Esta prueba permite calcular el esfuerzo máximo que el material pétreo puede desarrollar en oposición a una fuerza o carga de aplastamiento (w) antes de que éste comience a fallar, según las normas "NMX-C-219,"³⁹ "ASTM C- 918/ C918-13,"⁴⁰ "SCT M·MMP·2·02·004/04"⁴¹.

Materiales

- Corazones de material pétreo a probar
- Prensa mecánica 2500 kN ELE® Modelo A - Hemel Hempstead, Hertfordshire, England

Método

1. Colocar el corazón pétreo en la prensa, cuidando que la flecha que indica la dirección de corte mire hacia el piso.
2. Ajustar en la prensa mecánica la velocidad de aplicación de carga, para que la falla no se presente antes de 20 s ni superior a los 80 s.
3. Registrar la fuerza ejercida por la prensa mecánica en intervalos regulares.

Cálculo

Fórmula

$$R_c = \frac{W_{m\acute{a}x}}{A}$$

Dónde:

R_c = Resistencia a la compresión (MPa)

$W_{m\acute{a}x.}$ = Carga máxima en KN

A = Área real de la sección transversal

³⁹ (Industria de la Construcción, 1987)

⁴⁰ (ASTM International, 2013)

⁴¹ (SCT, 2004)

ANÁLISIS MECÁNICO-ABRASIÓN

Introducción

Este procedimiento permite evaluar la resistencia a la fricción del material pétreo utilizado en la edificación de patrimonio cultural, así como los usos que puede tener en el objeto según las normas SCT M·MMP·4·04·006/02,⁴² ASTM- C- 131.⁴³

Material

- Báscula de 120 kg Oken®
- Charola metálica galvanizada rectangular de 20 x 40 cm Mont-Inox®
- Mallas números: 1", 1/2", N°4 o 4,74 mm y 10 o 2 mm Mont-Inox®
- Máquina de desgaste de Los Ángeles ELE®1 Serial no. 175D001
- Marro
- Tamizador tipo Tyler® modelomRX-812

Prueba de los Ángeles

Método muestra de suelo y fragmentos de roca del banco de material

1. Tamizar la muestra a través de las mallas 1", 1/2" y N° 4º 4,75 mm durante 5 minutos.
2. Pesar 2500 g de cada una de las porciones, para a completar un peso de 5000 g.
3. Colocar el material seleccionado en la máquina de desgaste.
4. Colocar 11 esferas de acero.
5. Hacer girar la máquina a una velocidad angular de 30 a 33 rpm, durante 500 revoluciones.
6. Retirar el material de la máquina.
7. Tamizar por la malla Núm. 12 o 1,7 mm el material producto del proceso.
8. Pesar el material que paso por la malla.

Método muestras unitarias de la construcción

1. Seleccionar la pieza a evaluar.
2. Fracturar el material pétreo con ayuda del marro.
3. Pesar 1000 g.
4. Colocar el material seleccionado en la máquina de desgaste.
5. Colocar 6 esferas de acero. (VALORES DE REFERENCIA)
6. Hacer girar la máquina a una velocidad angular de 30 a 33 rpm, durante 500 revoluciones.
7. Retirar el material de la máquina.
8. Cribar por la malla Núm. 12 o 1,7 mm producto del proceso.
9. Pesar el material que paso por la malla.

Cálculo

Fórmula

$$\%Da = \frac{Wc}{Wtm} \times 100$$

Dónde:

Da = Desgaste por abrasión expresado en porcentaje

Wc = Peso de partículas que pasaron malla 12 (*expresado en gramos*)

Wtm = Peso total de total de la muestra (*expresado en gramos*)

⁴² (SCT, 2006)

⁴³ (ASTM International, 2006)

ANÁLISIS QUÍMICOS

Análisis químico, términos que etimológicamente se refieren, como análisis que proviene del griego *ἀνάλυσις* que se forma de tres sufijos *ἀνά* = arriba, *λύειν* = soltar, *σις* = acción; alude a disolver las cosas en sus partes elementales y químico que proviene de una palabra que identifica a Egipto, *kēme* = negro o tierra negra y representa a esta civilización porque tuvo grandes avances en esos conocimientos. El término pasa al árabe como *kīmiya*, al griego como *kimia* o *khēmia* y al persa como *khemeia*, en todos ellos se refiere a transformación, evoluciona en el árabe hacia *al-khemia*, que propone la **transformación de los elementos negros en metales nobles como el oro**⁴⁴.

Las características químicas se refieren a la composición atómica y molecular de la materia, permite identificar la interacción que ocurre entre los componentes. Los componentes químicos se identifican como inorgánicos y orgánicos. Inorgánicos son aquellos simples que no contienen carbono en su estructura. Los orgánicos se refieren a aquellos compuestos cuya base molecular es el carbón y que se relacionan con los organismos vivos⁴⁵. Los análisis básicos para el estudio del suelo, las rocas y otros materiales pétreos, así como los análisis foliares para la nutrición vegetal, están basados primordialmente en la comprensión de los componentes inorgánicos que les constituyen.

⁴⁴ (WordPress.org, 2014)

⁴⁵ (Real Academia de la Lengua Española, 1996)

ANÁLISIS QUÍMICOS- INTEMPERISMO ACELERADO

Introducción

La prueba consiste en sumergir el material pétreo en una solución polar por un periodo de tiempo y temperatura determinada. A través de la diferencia de masas se estima la degradación que se espera de la roca empleada como material de construcción en la edificación del patrimonio cultural, según las normas de la SCT M·MMP·4·04·008/03⁴⁶ y ASTM C88-13⁴⁷.

Material

- Agitador de varilla metálica
- Balanza de tres dígitos capacidad 15 kg OHAUS® modelo 3000 SERIES
- Charolas metálicas rectangulares de 70 x 40 x 10 cm Mont-Inox®
- Charolas de peltre con capacidad de 500 cm³
- Horno industrial eléctrico de temperatura controlada ELE® Hemel Hempstead Hertfordshire, England-Modelo 3BS83C10
- Pinzas de acero galvanizado
- Recipiente cilíndrico de peltre de 10 dm³
- Termómetro con un rango de 0 a 150°C y aproximación de 1°C
- Recubrimientos o material pétreo a evaluar

Reactivo

- Sulfato de sodio (Na₂SO₄)
- Solución de sulfato de magnesio (MgSO₄·7H₂O) sal de Epson

Método

1. Secar la muestra en horno a una temperatura de 110°C hasta obtener un peso constante.
2. Pesar y registrar.
3. Preparar una solución de sulfato de sodio 350 g/L o solución de sulfato de magnesio 1400 g/L.
4. Aumentar la temperatura de la solución a 25°C agitándola de forma constante durante 10 minutos.
5. Disminuir la temperatura a 21°C y mantenerla por 48 h.
6. Introducir las muestras, cuidando que la solución las cubra completamente.
7. Mantener las muestras por 18 h dentro de la solución a una temperatura de 21°C.
8. Escurrir y secar las muestras en el horno a una temperatura a 110°C hasta obtener un peso constante.
9. Repetir el proceso de inmersión y secado durante cinco ciclos.
10. Lavar la muestra eliminando completamente el sulfato de sodio o magnesio.
11. Secar en el horno a una temperatura a 110°C hasta obtener un peso constante.
12. Aproximar a un décimo.

Cálculo

Intemperismo unitario en porcentaje

Fórmula

$$I(t)\% = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

⁴⁶ (SCT, 2003)

⁴⁷ (ASTM International, 2003)

ANÁLISIS QUÍMICOS- INTEMPERISMO ACELERADO

Dónde:

$I(t)$ = Pérdida del tamaño t, por intemperismo (%)

W_i = Masa inicial de la muestra de prueba (*expresada en gramos*)

W_f = Masa del material al finalizar los ciclos de intemperismo (*expresada en gramos*)

Intemperismo representativo

Fórmula

$$I_r = \frac{\sum I(t) \times W_i}{\sum W_i} \times 100$$

Dónde:

I_r = Pérdida por intemperismo representativo de todo el material, (%)

$I(t)$ = Pérdida el tamaño t, por intemperismo (%)

W_i = Masa inicial de la muestra de prueba para cada tamaño (*expresado en gramos*)

VALORES DE REFERENCIA

La valoración se refiere a la acción y efecto de valorar que proviene del latín **valōris**. La valoración permite realizar el diagnóstico de las muestras analizadas, esto es importante para comprender el comportamiento de los diferentes parámetros físicos y químicos, por lo que esta sección presenta valores que permiten comprender el comportamiento de los materiales de donde provienen las muestras analizadas, la validación otorga fuerza a las decisiones.

VALORES DE REFERENCIA

TOLERANCIA EN LA MEDICIÓN DE DISTANCIAS CON CINTA⁴⁸.

Condiciones en las Medidas	e (mts)	K (mts)	
Terreno plano, cinta bien comparada, usando plomada y corrigiendo por temperatura.	0.015	0.0001	
Terreno plano, cinta bien comparada.	0.02	0.0003	
Terreno quebrado.	0.03	0.0005	
Terreno muy quebrado.	0.04	0.0007	

GUÍA PARA CÁLCULO DE RUMBOS⁴⁹.

Cuadrante	Rumbo	Azimut
Primer	Rumbo= Azimut	Azimut = Rumbo
Segundo	180° - Azimut	180° - Rumbo
Tercero	Azimut- 180°	180°+ Rumbo
Cuarto	360° - Azimut	360° - Rumbo

TOLERANCIA EN NIVELACIONES TOPOGRÁFICAS COMUNES⁵⁰.

Nivelaciones	Tolerancia en Metros
De Ida y Regreso	T= $\pm 0.01\sqrt{P}$ P= Suma de las distancias recorridas en una y otra dirección, en kilómetros.
Por Doble Punto de Liga	T= $\pm 0.015\sqrt{P}$ P= Doble de la distancia recorrida, en kilómetros.
Por doble Altura de Aparato	T= $\pm 0.02\sqrt{P}$ P= Doble de la distancia recorrida, en kilómetros.
Entre Dos Puntos de Cotas Conocidas (para nivelar bancos intermedio)	T= $\pm 0.02\sqrt{P}$ P= Distancia recorrida de un banco al otro, en kilómetros.

Para descripción de material pétreo.

CARÁCTERÍSTICAS DE LOS FRAGMENTOS DE ROCA⁵¹.

Forma	<ul style="list-style-type: none"> • Redondeada • Subredondeada • Angulosa • Lajeada • Acicular (forma de aguja)
Textura	<ul style="list-style-type: none"> • Lisa • Rugosa • Muy rugosa • Francamente porosa
Grado de alteración	<ul style="list-style-type: none"> • Sanos • Alterados • Muy alterados

⁴⁸ (Toscano, 1984)

⁴⁹ (Montes de Oca, 1989, pág. 25)

⁵⁰ (Toscano, 1984)

⁵¹ (SCT, 2003)

VALORES DE REFERENCIA

TAMAÑO DE LOS FRAGMENTOS DE ROCA⁵².

Designación	Grupo de tamaños
Chica	7.5 -20 cm
Mediana	20 -75 cm
Grande	75 -200 cm

LA RELACIÓN DE VACÍOS⁵³.

Masa unitaria del agua a varias temperaturas.

°C	MU (kg/m ³)
0-12	1 000,00
15	999,10
18	998,58
21	997,95
23	997,50
24	997,30
27	996,52
29	995,97
30	995,75

Análisis mecánico

PRUEBA DE LOS ÁNGELES⁵⁴.

Para muestra de suelo y fragmentos de roca del banco de material.

Tipo de desgaste	Mallas		Peso de la fracción en gramos.	Número de esferas.	Peso total de la muestra en gramos.
A	1 ½"	1"	1250	12	5000
	1"	¾"	1250		
	¾"	½"	1250		
	½"	3/8"	1250		
B	¾"	½"	2500	11	5000
	½"	3/8"	2500		
C	3/8"	¼"	2500	8	5000
	¼"	Núm4	2500		
D	Núm. 4	Núm10	5000	6	5000

⁵² (SCT, 2003).

⁵³ (Portland Cement Association, 2004)

⁵⁴ (SCT, 2006)

VALORES DE REFERENCIA

ANÁLISIS FÍSICOS

Tabla resumen. Muestra el orden de realización de las pruebas, así como el registro de parámetros físicos que se evalúan.

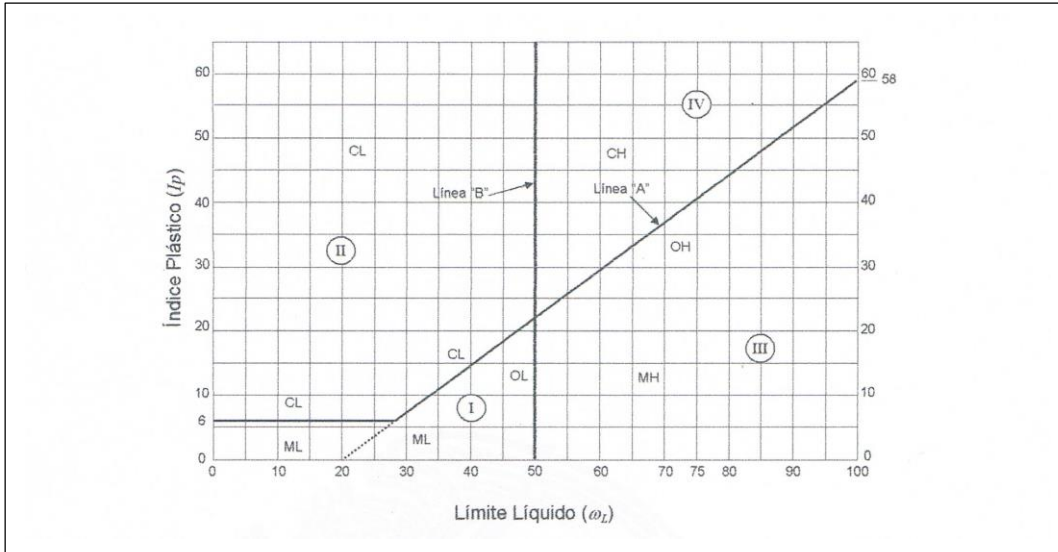
Núm.	Clave	Peso sitio	Perímetro		Peso seco	Observaciones	Perímetro		Peso saturado	Perímetro	
			Sentido largo	Sentido corto			Sentido largo	Sentido corto		Sentido largo	Sentido corto
1											
2											
3											
etc.											

Densidad aparente	Absorción	Peso específico	Relación de vacíos	% arenas	Forma de partículas	Alargamiento de partículas	Límite líquido	Límite plástico	Índice plástico.

Gravedad específica	Peso volumétrico seco suelto	Comentarios

VALORES DE REFERENCIA

CARTA DE PLASTICIDAD⁵⁵. (Límite líquido, límite plástico)



Los suelos gruesos se clasifican como grava cuando más del 50% de las partículas de la fracción gruesa tienen tamaño mayor que 4,75 mm (malla N°4) y como arena cuando el 50% de las partículas o más de la fracción gruesa son de tamaño menor. La grava se identifica con el símbolo G (Gravel) y la arena con el símbolo S (Sand). Ambas a la vez se subdividen en ocho subgrupos.

Grava o arena bien graduada (GW o SW)	Si el material contiene hasta 5% de finos, cuando se trate de una grava cuyo coeficiente de uniformidad (C_u) es mayor de 4 y su coeficiente de curvatura (C_c) esté entre 1 y 3, se clasifica como grava bien graduada y se identifica con el símbolo GW. Cuando se trate de una arena cuyo coeficiente de uniformidad (C_u) es mayor de 6 y su coeficiente de curvatura (C_c) esté entre 1 y 3, se clasifica como arena bien graduada y se identifica con el símbolo SW.
Grava o arena mal graduada (GP o SP)	Si el material contiene hasta 5% de finos y sus coeficientes de uniformidad y curvatura (C_u y C_c , respectivamente), no cumplen con lo indicado en el Punto anterior, se clasifica como grava mal graduada o arena mal graduada, según corresponda y se identifica con los símbolos GP o SP, respectivamente.
Grava o arena limosa (GM o SM)	Si el material contiene más de 12% de finos y estos son limo, se clasifica como grava limosa o arena limosa, según corresponda y se identifica con los símbolos GM o SM, respectivamente.
Grava o arena arcillosa (GC o SC)	Si el material contiene más de 12% de finos y estos son arcilla, se clasifica como grava arcillosa o arena arcillosa, según corresponda y se identifica con los símbolos GC o SC, respectivamente.
Grava o arena bien graduada limosa (GW-GM o SW-SM)	Si el material contiene entre 5 y 12% de finos y estos son limo, cuando se trate de una grava bien graduada, se clasifica como grava bien graduada limosa y se identifica con el símbolo GW-GM. Cuando se trate de una arena bien graduada, se clasifica como arena bien graduada limosa y se identifica con el símbolo SW-SM.
Grava o arena mal graduada limosa (GP-GM o SP-SM)	Si la grava o la arena son mal graduadas, contienen entre 5 y 12% de finos, se clasifican como grava mal graduada limosa o arena mal graduada limosa, según corresponda y se identifican con los símbolos GP-GM o SP-SM, respectivamente.
Grava o arena bien graduada arcillosa (GW-GC o SW-SC)	Si la grava o la arena son bien graduadas, contienen entre 5 y 12% de finos y estos son arcilla, se clasifican como grava bien graduada arcillosa o arena bien graduada arcillosa, según corresponda y se identifican con los símbolos GW-GC o SW-SC, respectivamente.

⁵⁵ (SCT, 2003)

VALORES DE REFERENCIA

Grava o arena mal graduada arcillosa (GP-GC o SP-SC)	Si la grava o la arena son mal graduadas, contienen entre 5 y 12% de finos y estos son arcilla, se clasifican como grava mal graduada arcillosa o arena mal graduada arcillosa, según corresponda y se identifican con los símbolos GP-GC o SP-SC, respectivamente.
---	---

Suelos finos.

Los suelos son finos cuando sus características de plasticidad, en:

Limo (M)	<p>El suelo fino se clasifica como limo cuando su límite líquido (ω_L) y su índice plástico (I_p), definen un punto ubicado en las zonas I ó III de la Carta de plasticidad y se identifica con el símbolo M (del sueco mo mjala). Si dicho punto se aloja en la zona I, el material se clasifica como limo de baja compresibilidad y se identifica con el símbolo ML; si se ubica en la zona III, se clasifica como limo de alta compresibilidad y se identifica con el símbolo MH.</p> <p>Si el material contiene una cantidad apreciable de materia orgánica y el punto definido por su límite líquido (ω_L) y su índice plástico (I_p) se ubica cercano y por debajo de la línea A de la Carta de plasticidad se clasifica como limo orgánico de baja compresibilidad si su límite líquido (ω_L) es menor de 50% y se identifica con el símbolo OL, o como limo orgánico de alta compresibilidad si su límite líquido (ω_L) es mayor y se identifica con el símbolo OH.</p>
Arcilla (C)	El suelo fino se clasifica como arcilla cuando su límite líquido (ω_L) y su índice plástico (I_p), determinados y Límites de Consistencia definen un punto ubicado en las zonas II o IV de la Carta de plasticidad y se identifica con el símbolo C (Clay). Si dicho punto se aloja en la zona II, el material se clasifica como arcilla de baja compresibilidad y se identifica con el símbolo CL, si se ubica en la zona IV, se clasifica como arcilla de alta compresibilidad y se identifica con el símbolo CH.

Coefficiente de uniformidad.

$$Du = \frac{D60}{D10}$$

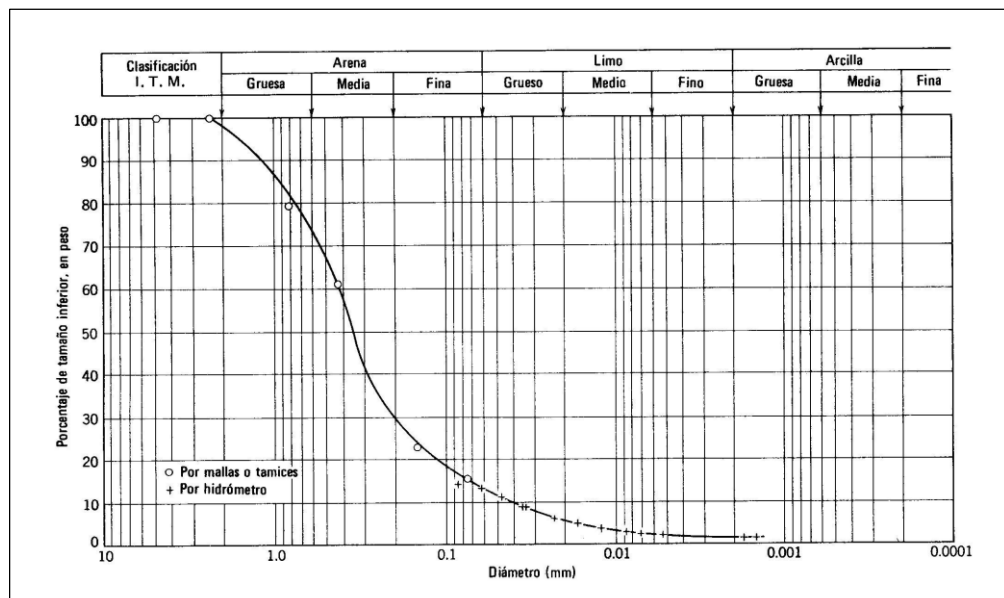
Coefficiente de curvatura.

$$Du = \frac{(D30)^2}{(D10)(D60)}$$

Dónde:

D10, D30, D60= Tamaño de las partículas para el cual el 10, el 30 y 60% en masa del material es menor que esos tamaños respectivamente, determinados gráficamente de la curva granulométrica.

CURVA GRANULOMÉTRICA.



VALORES DE REFERENCIA

TABLA PERIÓDICA⁵⁶.

TABLA PERIODICA DE LOS ELEMENTOS

METALES PESADOS																		NO METALES							GASES INERTES	
METALES LIGEROS																										
IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA										
1 3 Li 6.939	2 4 Be 9.012											2 3 5 B 10.82	2 4 6 C 12.00	2 5 7 N 14.006	2 6 8 O 16.0000	2 7 9 F 19.00	2 10 Ne 20.183									
2 8 1 11 Na 22.991	2 8 2 12 Mg 24.32											2 8 3 13 Al 26.98	2 8 4 14 Si 28.09	2 8 5 15 P 30.975	2 8 6 16 S 32.066	2 8 7 17 Cl 35.457	2 8 8 18 Ar 39.944									
2 8 8 1 19 K 39.100	2 8 9 2 20 Ca 40.08	2 8 9 2 21 Sc 44.96	2 8 10 2 22 Ti 47.90	2 8 11 2 23 V 50.95	2 8 13 1 24 Cr 52.01	2 8 13 2 25 Mn 54.94	2 8 14 2 26 Fe 55.85	2 8 15 2 27 Co 58.94	2 8 16 2 28 Ni 58.71	2 8 18 1 29 Cu 63.54	2 8 18 2 30 Zn 65.38	2 8 18 3 31 Ga 69.72	2 8 18 4 32 Ge 72.60	2 8 18 5 33 As 74.91	2 8 18 6 34 Se 78.96	2 8 18 7 35 Br 79.916	2 8 18 8 36 Kr 83.80									
2 8 18 8 1 37 Rb 85.48	2 8 18 9 2 38 Sr 87.63	2 8 18 9 2 39 Y 88.92	2 8 18 10 2 40 Zr 91.22	2 8 18 11 2 41 Nb 92.91	2 8 18 13 1 42 Mo 95.95	2 8 18 13 2 43 Tc (99)	2 8 18 14 2 44 Ru 101.1	2 8 18 15 2 45 Rh 102.91	2 8 18 16 2 46 Pd 106.4	2 8 18 18 1 47 Ag 107.86	2 8 18 18 2 48 Cd 112.41	2 8 18 18 3 49 In 114.82	2 8 18 18 4 50 Sn 118.70	2 8 18 18 5 51 Sb 121.76	2 8 18 18 6 52 Te 127.61	2 8 18 18 7 53 I 126.91	2 8 18 18 8 54 Xe 131.30									
2 8 18 18 8 1 55 Cs 132.91	2 8 18 18 9 2 56 Ba 137.36	2 8 18 32 10 2 57-71 Ver Serie Lantánidos		2 8 18 32 11 2 72 Hf 178.50	2 8 18 32 12 2 73 Ta 180.95	2 8 18 32 12 2 74 W 183.86	2 8 18 32 13 2 75 Re 186.22	2 8 18 32 14 2 76 Os 190.2	2 8 18 32 17 77 Ir 192.2	2 8 18 32 17 78 Pt 195.09	2 8 18 32 18 2 79 Au 197.0	2 8 18 32 18 3 80 Hg 200.61	2 8 18 32 18 4 81 Tl 204.39	2 8 18 32 18 5 82 Pb 207.21	2 8 18 32 18 6 83 Bi 209.00	2 8 18 32 18 7 84 Po (210)	2 8 18 32 18 8 85 At (210)	2 8 18 32 18 8 86 Rn 222								
2 8 18 32 18 8 1 87 Fr (223)	2 8 18 32 18 9 2 88 Ra 226.08	2 8 18 32 10 2 89-102 Ver Serie Actínidos		2 8 18 32 19 2 57 La 138.92	2 8 18 32 20 2 58 Ce 140.13	2 8 18 32 20 2 59 Pr 140.92	2 8 18 32 21 2 60 Nd 144.27	2 8 18 32 21 2 61 Pm (145)	2 8 18 32 21 2 62 Sm 150.36	2 8 18 32 21 2 63 Eu 152.0	2 8 18 32 21 2 64 Gd 157.26	2 8 18 32 21 2 65 Tb 159.93	2 8 18 32 21 2 66 Dy 162.51	2 8 18 32 21 2 67 Ho 164.94	2 8 18 32 21 2 68 Er 167.27	2 8 18 32 21 2 69 Tm 168.94	2 8 18 32 21 2 70 Yb 173.04	2 8 18 32 21 2 71 Lu 174.99								
2 8 18 32 18 9 2 89 Ac (227)	2 8 18 32 18 9 2 90 Th 232.05	2 8 18 32 19 2 91 Pa 231	2 8 18 32 22 2 92 U 238.07	2 8 18 32 22 2 93 Np (237)	2 8 18 32 22 2 94 Pu (244)	2 8 18 32 22 2 95 Am (243)	2 8 18 32 22 2 96 Cm (246)	2 8 18 32 22 2 97 Bk (247)	2 8 18 32 22 2 98 Cf (251)	2 8 18 32 22 2 99 Es (253)	2 8 18 32 22 2 100 Fm (254)	2 8 18 32 22 2 101 Md (256)	2 8 18 32 22 2 102 No (?)	2 8 18 32 22 2 103 Lw (257)												

⁵⁶ (Dominguez, Teoría, ejercicios y problemas de química, 1966, pág. 97)

MANEJO DE EQUIPO

-BALANZA OHAUS® MODELO 3000 SERIES

Introducción

Su sensibilidad es de tres dígitos y su capacidad es de 15 kg.

Método

- 1.-Conectar la balanza a la corriente eléctrica.
- 2.-Oprimir el botón de encendido **ON/ZERO/OFF** esperar a que la balanza inicie y cargue, aparecerá en la pantalla **0.000** indicando que la balanza se encuentra lista para pesar.
- 3.-Colocar la muestra sin dejarla caer sobre el equipo.
- 4.-Pesar y registrar el peso.
- 5.-Presionar el botón por tres segundos para apagar el equipo **ON/ZERO/OFF**.
- 6.-Desconectar el equipo.

-BALANZA TRIPLE ESCALA OHAUS® MODELO 2209

Introducción

Equipo diseñado para realizar los límites de Atterberg, definidos por el límite líquido y plástico. Capacidad máxima de 0.2 X 0.1 g.

Método

- 1.-Colocar la muestra en el equipo sobre una superficie uniforme, nivelada y libre de movimiento.
- 2.-Pesar y registrar el peso.
- 3.-Limpiar el equipo con una franela húmeda y después seca.

-BÁSCULA 120 OKEN®

Introducción

Equipo diseñado para uso rudo donde se pesan las rocas > 20 cm. Con capacidad ≤ a 120 kg.

Método

- 1.-Colocar la muestra cuidadosamente en el equipo sobre una superficie uniforme, nivelada y libre de movimiento.
- 2.-Pesar y registrar el peso.
- 3.-Limpiar el equipo con un trapo seco.

-BRÚJULA LUFT® MODELO BRUNTON

Introducción

Aparato manual utilizado para medir la dirección de una línea con respecto al norte magnético. Se puede utilizar sobre un tripié o vara. Las letras (E) y (W) de la carátula se encuentran invertidas debido al movimiento relativo de la aguja respecto a la caja.

Método

- 1.-Sujetar el instrumento horizontalmente.
- 2.-Visualizar la estación a través del orificio de la carátula.
- 3.-Centrar la burbuja de nivel.
- 4.-Observar con el espejo la aguja y el nivel circular.
- 5.-Dirigir la visual haciendo coincidir el punto visado con el hilo medio gravado en el espejo y la pínula.
- 6.-Tomar la lectura.

-CÁMARA DE CORROSIÓN Q-FOG MODELO CCT1100

Introducción

Equipo de intemperización acelerada, permite reproducir atmósfera salina, corrosiva y ciclos térmicos para evaluar el comportamiento y degradación que experimentan los materiales ante dichos ambientes.

MANEJO DE EQUIPO

Método

Calibración inicial del equipo

Este procedimiento se realiza una sola vez de forma previa al inicio del primer ciclo de prueba.

- 1.-Verificar la conexión eléctrica.
- 2.-Abrir la cámara y colocar las probetas con sus respectivos embudos en la esquina inferior izquierda y al centro de la misma.
- 3.-Verificar el nivel de agua en la marca del depósito rectangular localizado sobre el costado izquierdo.
- 4.-Encender el equipo oprimiendo el botón **ON/OFF**.
- 5.-En **PROGRAM** elegir **P2** con las flechas de movimiento **▼▲**, teclear **ENTER**.
- 6.-Seleccionar con las flechas **◀▶** el ciclo A=B117 y teclear **ENTER**.
- 7.-Correr ciclo, teclear **ENTER**.
- 8.-Verificar que la presión de aire sea de 60 libras y el flujo de agua de 0.3 unidades.

Al culminar el ciclo:

- 9.-Permitir que el equipo disipe la atmósfera simulada.
- 10.-Apagar el equipo
- 11.-Abrir la cámara.
- 12.-Retirar probetas.
- 13.-Verificar que se hayan precipitado 3 centímetros de líquido en cada probeta.

Llamar ciclo existente

- 1.-En **PROGRAM** elegir **P2** con las flechas de movimiento **▼▲**, teclear **ENTER**.
- 2.-Seleccionar con las flechas **◀▶** el ciclo de interés y teclear **ENTER**.
- 3.-Correr ciclo, teclear **ENTER**.
- 4.-Verificar que la presión de aire y flujo de agua sean iguales a las previamente calibradas.

Al culminar el ciclo:

- 5.-Permitir que el equipo disipe la atmósfera simulada.
- 6.-Apagar el equipo.
- 7.-Abrir la cámara.
- 8.-Retirar probetas.

Crear y correr ciclo nuevo

Repetir los pasos 1, 2, 3, 4 del apartado “Calibración inicial del equipo”.

- 1.-En **PROGRAM** elegir **P3** con las flechas de movimiento **▼▲**, teclear **ENTER**.
- 2.-Seleccionar con las flechas **◀▶** la letra que no tenga nombre de ciclo y teclear **ENTER**.
- 3.-Escribir el nombre del ciclo seleccionando la letra correspondiente con las flechas **▼▲** **◀▶** al finalizar teclear **ENTER**.
- 4.-Seleccionar con las flechas **◀▶** la secuencia de pasos y con las flechas **▼▲** la acción que realizará la cámara, para configurarlos teclear **ENTER** para cargar la temperatura y duración y teclear **ENTER**.
- 5.-Seleccionar cada paso con ayuda de las flechas **▼▲** y repetir proceso.
- 6.-Guardar cambios, teclear **ENTER**.

Remover ciclo

- 1.-En **PROGRAM** elegir **P3** con las flechas de movimiento **▼▲**, teclear **ENTER**.
- 2.-Seleccionar con las flechas **◀▶** el ciclo que se desea borrar.
- 3.-Dar clic en flecha izquierda **◀** para activar la palabra. Esta comenzara a titilar.
- 4.-Seleccionar Borrar con la flecha **▲**, teclear **ENTER**.
- 5.-Confirmar, teclear **ENTER**.
- 6.-Confirmar el mensaje: ¿está seguro de borrar el ciclo?, teclear **ENTER**.

MANEJO DE EQUIPO

7.-El ciclo se ha borrado.

Duración de la prueba

- 1.-En **PROGRAM** elegir **P1** con las flechas de movimiento **▼ ▲**, teclear **ENTER**.
- 2.-Con las flechas de movimiento **◀ ▶** configurar el tiempo de duración de prueba.
- 3.-Confirmar, teclear **ENTER**.

Configurar las características de la alarma

- 1.-En **PROGRAM** elegir **P5** con las flechas de movimiento **▼ ▲**, teclear **ENTER**.
- 2.-Con las flechas de movimiento **◀ ▶** seleccionar los ajustes de alarma.
- 3.-Confirmar, teclear **ENTER**.

Selecciona la ruta de Ethernet

- 1.-En **PROGRAM** elegir **P6** con las flechas de movimiento **▼ ▲**, teclear **ENTER**.
- 2.-Con las flechas de movimiento **◀ ▶** seleccionar la ruta deseada.
- 3.-Confirmar, teclear **ENTER**.

Selección de lenguaje

- 1.-En **PROGRAM** elegir **P8** con las flechas de movimiento **▼ ▲**, teclear **ENTER**.
- 2.-Con las flechas de movimiento **◀ ▶** seleccionar el idioma deseado.
- 3.-Confirmar, teclear **ENTER**.

Complemento de funciones

P4 =Para uso exclusivo de técnicos especializados en procesos de mantenimiento.
P7=Para uso exclusivo de técnicos especializados en procesos de mantenimiento.

-CÁMARA DE CORROSIÓN QUV MODELO LU8047

Introducción

Equipo de intemperización acelerada que permite reproducir la humedad, radiación ultravioleta y luz solar como factores de la atmósfera que tienen efecto sobre los materiales utilizados en la edificación.

Método.

Llamar ciclo existente

- 1.-Verificar la conexión eléctrica.
- 2.-Encender el equipo **ON/OFF**.
- 3.-Verificar el nivel de agua en la marca del depósito rectangular localizado en la parte posterior del equipo.
- 4.-Conectar el radiómetro de calibración CR-10 al equipo en el puerto de datos localizado a la derecha del panel de control.
- 5.-Encender oprimiendo el botón **ON/OFF** del calibrador, transferir datos.
- 6.-Colocar ejemplares en el portamuestras.
- 7.-En **PROGRAM** elegir **P2** con las flechas de movimiento **▼ ▲**, teclear **ENTER**.
- 8.-Seleccionar con las flechas **◀ ▶** el ciclo de interés y teclear **ENTER**.
- 9.-Correr ciclo, teclear **ENTER**.

Al culminar el ciclo:

- 10.-Apagar el equipo.
- 11.-Desconectar el equipo.
- 12.-Retirar muestras.

Funciones

Para la operación del resto de las funciones seguir las instrucciones descritas para la operación de la cámara Q-FOG.

P1 =Configura la duración de la prueba.

MANEJO DE EQUIPO

P3 =Crear, seleccionar o borrar ciclo.

P4 =Para uso exclusivo de técnicos especializados en procesos de mantenimiento.

P5 =Configura las características de la alarma.

P6 =Selecciona la ruta de Ethernet.

P7 =Para uso exclusivo de técnicos especializados en procesos de mantenimiento.

P8 =Selección de lenguaje.

-ESTACIÓN TOTAL SOKKIA® MODELO SET 610K

Introducción

Estación total, equipo topográfico digital que permite la gestión de la información en forma sencilla, agilizando los trabajos de campo.

Método

Centrado y nivelado del equipo

1.-Colocar la estaca en el vértice del polígono

2.-Extender las patas del tripié a la altura de la barbilla del operador.

3.-Abrir las patas del tripié y colocarlo sobre el terreno, la cabeza debe estar sobre la estaca, horizontalmente a la altura del pecho del operador.

4.-Se fija una pata en el terreno, las otras dos se manipulan, observando por la plomada óptica la estaca. Una vez centrado el equipo se fijan las otras dos.

5.-Se nivela el tripié con la burbuja del nivel circular a través de las extensiones, ya nivelado se revisa la plomada óptica, si el desplazamiento es menor a 2 cm se corrige aflojando el tornillo de espiga del tripié hasta que coincida con la estaca. Si es mayor a 2 cm, la nivelación se hace con los tornillos niveladores.

6.-Colocar el equipo para que el nivel tubular quede paralelo a los dos tornillos niveladores y se giran hasta nivelar la burbuja.

7.-Girar el equipo 90°, y repetir la nivelación de la burbuja de nivel tubular con el tornillo nivelador restante.

8.-Encender el equipo y en el modo de medición se afina el nivelado con la función **<TILT>** hasta obtener los valores 0°00'00" con una tolerancia de ± 10".

Levantamiento

1.-Colocar la brújula y batería cargada.

2.-Montar, nivelar y centrar el aparato en el vértice de partida que deberá ser señalizado apropiadamente mediante una estaca.

3.-Encender el instrumento presionando **[ON]**, aparecerán los ángulos horizontal y vertical así como las constantes para medir distancias y la carga disponible de la batería.

4.-Salir del menú principal desde cualquier pantalla presionando la tecla en **[ESC]** hasta que aparezca el logotipo de SOKKIA.

5.-Definición de coordenadas y almacenamiento de datos.

Nombrar archivo en **[JOB]**.

Presionar **[ESC]** hasta llegar al menú principal (aparece el logotipo SOKKIA)

Seleccionar **[MEM]** en el menú principal.

Seleccionar **<JOB>** con ayuda de las flechas y presionar **[ENTER]**.

Presionar **[list]**.

Seleccionar **<JOB selection>** con ayuda de las flechas y presionar **[ENTER]**.

Presionar **[list]**.

Seleccionar en **[JOB]** el archivo y presionar **[ENTER]**. Se observan los datos del archivo.

Presionar **[ESC]** y seleccionar **[JOB name edit]** y presionar **[ENTER]**.

Nombrar el archivo **[JOB]** presionar **[ENTER]**.

Seleccionar **<JOB selection>** presionar **[ENTER]**.

Seleccionar **[Coord search JOB]** y abrir el archivo generado.

MANEJO DE EQUIPO

6.-Asignación de coordenadas de estación.

Presionar **[MEAS]** en el menú principal.

Seleccionar la función **[REC]** y presionar **[Stn.data]** en la ventana tres del menú.

Introducir las coordenadas del primer vértice. Definición arbitraria se marca NO= 100.000 EO=100.000 ZO=100.000. Obtención real por GPS. Para borrar presionar la tecla **[BS]**.

Nombrar al vértice de la estación con una letra mayúscula; las radiaciones que se realicen a partir de esta estación de forma automática se le designará un número.

Introducir la altura del instrumento medida con el flexómetro en **[<Inst.h>]** Si trabaja con códigos se establecen al inicio.

Aceptar presionando **[OK]**.

7.-Orientación del ángulo azimutal con respecto al norte magnético:

Orientar el telescopio al norte apretando el tornillo general que controla el movimiento horizontal y se afina con el tangencial.

Presionar dos veces la función **[OSET]** en la ventana uno del modo de medición para indexar el círculo horizontal al norte magnético, poniendo en ceros al norte.

8.-Medir coordenadas de los puntos por medio de radiaciones.

Presionar **[ESC]** para ir al menú de meas.

Apuntar el telescopio al centro del prisma en la primera radiación.

Presionar **[MEAS]**, determinándose la distancia y ángulos de esa radiación (radiación y distancia cenital).

Almacenar el dato e ir a la ventana tres del modo de medición y presionar **[REC]** **[Coord data]**.

Presionar en este menú **[REC]** ahí se podrá establecer el código de radiación, altura del prisma **[Tgt.h]** y número de la radiación; aceptar los datos con **[OK]**.

Tomar nueva radiación, apuntar al prisma y si el prisma no cambia en su altura presionar **[AUTO]**, si la altura del prisma fuera distinta a la radiación anterior presionar **[OBS]** y modificarla de la misma manera en la que se realizó la anterior.

El cambio de estación se ubica y determina como otra radiación, se realiza presionando **[OBS]** posteriormente **[REC]** con la indicación de que el nombre del punto se establece nuevamente con una letra en lugar del número consecutivo que le asigna el equipo. Anotar las coordenadas en la libreta de campo para verificaciones posteriores.

Llevar un registro en la libreta de campo indicando el número de radiación que se realiza e indicar que elemento es el observado ejemplo: árbol, registro, poste, etc.

9.-Observas los datos levantados.

Regresar al menú principal, presionar **[MEAS]** después **[REC]** con las flechas seleccionar **<View>**, **[ENTER]** y sale el listado de puntos.

Presionar **[ENTER]** para ver las coordenadas.

Con **[NEXT]** se despliega el siguiente y con **[PREV]** el dato anterior.

10.-Montar y centrar el equipo en el vértice previamente definido como punto de control.

11.-Establecer coordenadas de la nueva estación ocupada. (Repetir incisos a, b, d, e, del punto 6)

Llamar de la memoria las coordenadas del punto de interés con la función **[READ]**, seleccionando el punto y presionando **[ENTER]**. Verificar que las coordenadas correspondan con las que se anotaron cuando se tomó la radiación en la primera estación.

Presionar **[REC]** y **[OK]** para grabar el punto.

12.-Puesta del ángulo azimutal, orientación del instrumento con el punto de atrás.

Seleccionar **<H angle>**, **[ENTER]**, **<Coord>**, **[ENTER]**.

MANEJO DE EQUIPO

Introducir las coordenadas del punto de atrás **<Set H angle/BS>**, ya sea con **[EDIT]** tecleando directamente las coordenadas o con **[READ]** y buscando en la memoria las coordenadas del punto de atrás, después de presionar **[ENTER]** y **[OK]**.

Visar el punto de atrás, es decir, se pone ahora el prisma en donde estaba antes la estación y se presiona **[YES]**.

- 13.-Verificar que el aparato este correctamente orientado antes de continuar con las radiaciones. Tomar las coordenadas del vértice anterior y comprobar que éstas sean las mismas manejando un margen de error de $\pm 5\text{mm}$ en todas sus coordenadas. Repetir un par de radiaciones que ya se hayan tomado en la estación anterior para comprobar.

- 14.-Medir coordenadas de los puntos de interés por medio de radiaciones (*observar las recomendaciones del punto 8*).

Mensajes de error

OUT OF RANGE: Fuera de rango de nivelación, el aparato no está nivelado correctamente.

SIGNAL OFF: Señal apagada, porque no está apuntado al prisma o porque la señal fue interrumpida.

-EXTRACTOR DE NÚCLEOS ELVEC MODELO M1AA-15

Introducción

Equipo diseñado para la extracción de núcleos de material pétreo. Las brocas adiamantadas se ajustarán manualmente al equipo para conseguir muestras de diversas dimensiones.

Método

- 1.-Colocar el equipo sobre una superficie uniforme y libre de movimiento.
- 2.-Ubicar el material pétreo al centro del equipo y sujetarlo manualmente.
- 3.-Verificar el sistema de inyección de agua.
- 4.-Encender equipo.
- 5.-Liberar la broca manualmente.
- 6.-Marcar la sección del corte.
- 7.-Realizar el corte y extracción del material pétreo
- 8.-Desconectar el equipo.

-HORNO INDUSTRIAL ELÉCTRICO ELE® HEMEL-MODELO 3BS83C101

Introducción

Este equipo se encuentra diseñado para trabajar por periodos prolongados de manera eficiente, en las técnicas presentadas en este manual, se utiliza para realizar el secado del material pétreo y suelos utilizados como recubrimientos y cementantes.

Método

- 1.-Conectar el equipo.
- 2.-Liberar la manija del horno, abrir puerta.
- 3.-Introducir y organizar muestras sobre las parrillas.
- 4.-Encender equipo oprimiendo el botón **[ON]**.
- 5.-Verificar el funcionamiento del ventilador.
- 6.-Ajustar la temperatura, girando la raya de la primer perilla hasta la temperatura deseada.
- 7.-Ajustar la segunda perilla de temperatura para establecer el rango oscilación de calor.
- 8.-Hornear por el tiempo que dure la prueba.
- 9.-Apagar el equipo oprimiendo el botón **[OFF]**.
- 10.-Liberar la manija del horno.
- 11.-Sustraer las muestras
- 12.-Desconectar el equipo.


MANEJO DE EQUIPO

-MÁQUINA DE DESGASTE DE LOS ÁNGELES ELE®1SERIAL NO. 175D001

Introducción

Equipo diseñado para provocar desgaste en material pétreo por medio del impacto de esferas de acero, que son vertidas al interior de la maquina junto con la muestra a evaluar.

Método



- 1.-Retirar manualmente los tornillos de la TAPA del equipo.
- 2.-Pesar la muestra.
- 3.-Introducir la muestra y las esferas.
- 4.-Colocar la tapa.
- 5.-Poner el contador en ceros oprimiendo el botón .
- 6.-Conectar el equipo.
- 7.-Encender el equipo, oprimiendo el botón **START**.
- 8.- Concluido el ciclo desconectar equipo.
- 9.-Abrir compartimiento.
- 10.-Retirar la muestra.
- 11.-Continuar con la prueba.

-PRENSA MECÁNICA ELE® MODELO A

Introducción

Máquina fabricada en acero especial y acero estructural A-36 permitiendo alta resistencia, rigidez y seguridad; capacidad de 1200 kN (122, 324 kg) y control de velocidad.

Método

- 1.-Abrir rejilla de protección.
- 2.-Colocar los bloques de acero o neopreno para ajustar la altura del espécimen.
- 3.-Cerrar la rejilla de protección.
- 4.-Conectar el equipo.
- 5.-Encender la máquina equipo oprimiendo el botón **ON**.
- 6.-Liberar las agujas de registro y lectura haciendo girar sus llaves hacia la derecha  .
- 7.-Accionar el cilíndrico hidráulico liberándolo manualmente.
- 8.-Registrar la fuerza ejercida.
- 9.-Apagar la máquina oprimiendo el botón **OFF**.
- 10.-Desconectar de corriente eléctrica.
- 11.-Abrir la rejilla de protección.
- 12.-Retirar la muestra de la prensa.

-TEODOLITO

Introducción

Es el aparato universal para la topografía debido a la gran variedad de usos que se le dan. Puede usarse para medir y trazar ángulos horizontales y direcciones, ángulos verticales, y diferencias en elevación; para la prolongación de líneas y determinar distancias.

Método

- 1.-Armar el aparato.
- 2.-Colocar el tripié cerca del punto con las patas abiertas.
- 3.-Nivelar el plato ajustando la altura de las patas sin exceder el tronco del observador.
- 4.-Colocar y atornillar el teodolito sobre el tripié.
- 5.-Colocar y centrar la plomada sobre el punto.
- 6.-Enterrar firmemente las patas sobre el terreno.
- 7.-Colocar los niveles horizontales diagonalmente opuestos a los tornillos niveladores.

MANEJO DE EQUIPO

8.-Nivelar la burbuja girando los tornillos en dirección del pulgar, moviendo los tornillos en sentidos opuestos simultáneamente, primero dos que corresponde al primer nivel y después los dos siguientes para nivelar el segundo.

9.-Los aparatos con tres tornillos se nivelan operando primero dos de ellos y luego con el tercero solamente.

10.-Concluir al momento de colocar las burbujas al centro de ambos niveles.

Medición angular.

11.-Aflojar el tornillo del movimiento general, verificando que el tornillo del movimiento particular se encuentre apretado.

12.-Girar el aparato hasta visar la baliza colocada sobre el vértice de atrás.

13.-Apretar el tornillo del movimiento general.

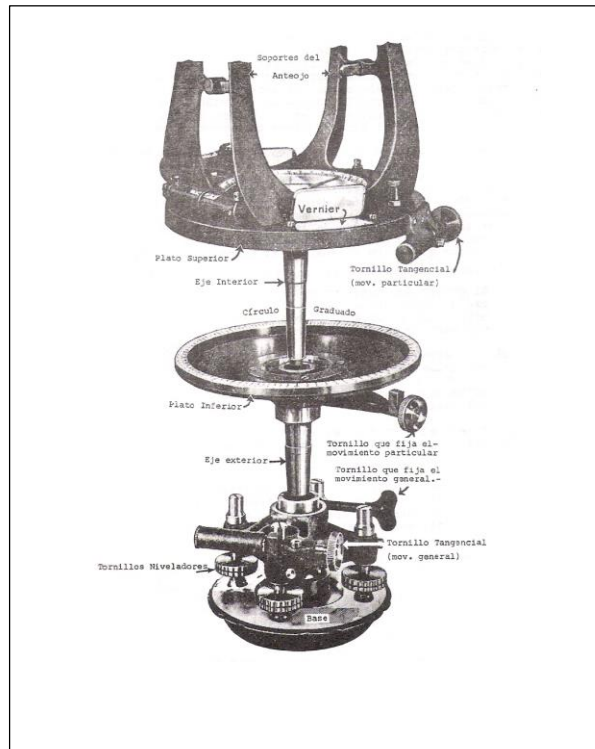
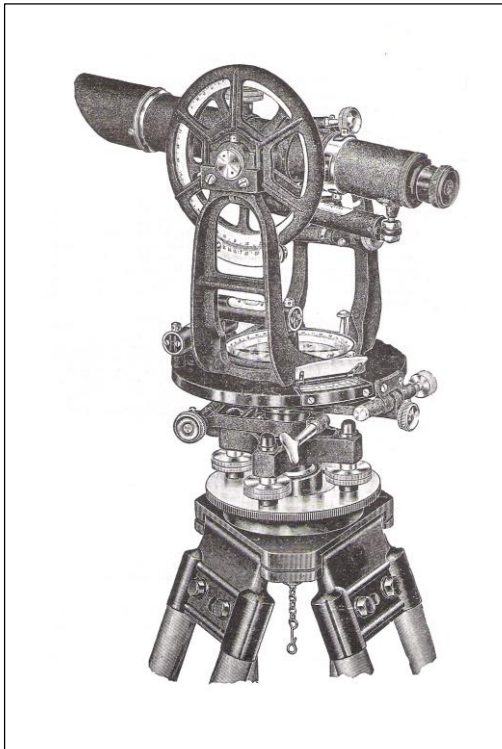
14.-Precisar la visual con el tornillo tangencial del general.

15.-Soltar el tornillo del movimiento particular y girar el tránsito hasta observar la baliza colocada sobre el punto de adelante.

16.-Apretar el tornillo del movimiento particular y precisarlo con el tornillo tangencial del particular.

17.-Leer y registrar el ángulo.

Teodolito esquema ⁵⁷



⁵⁷(Montes de Oca, 1989, pág. 28,29)

GLOSARIO

Azimut: Ángulo medido a partir del norte, ya sea astronómico o magnético, en sentido de las manecillas del reloj, el cual tiene un valor que se mide de 0° a 360°.

Baliza: Herramienta utilizada en topografía para la señalización de un punto; se divide por franjas de color blanco y rojo cada 50 cm.

Cabecear: Procedimiento mediante el cual se genera una superficie uniforme en los extremos del corazón pétreo.

Cementante: Mezcla a base de suelos que aparentemente realizan una función de adherencia.

Corazones pétreos: Extracción del núcleo de una roca.

Densidad relativa aparente: Se encuentra definida por la forma, tamaño y acomodo de los agregados que componen las mezclas y aglomerados utilizados como cementantes y recubrimientos.

Escamas: Pequeñas láminas pétreas que se desprenden de la roca a causa del intemperismo.

Estación (EST.): Vértice desde el cual se hace una observación o medida.

Estadal: Regla graduada de cuatro, cinco y siete metros de longitud, fabricada actualmente de fibra de vidrio o aluminio, graduado en metros, decímetros, centímetros y milímetros.

Estado líquido: Es el que presentan los suelos cuando manifiestan las propiedades de una suspensión.

Estado semilíquido: Cuando los suelos tienen el comportamiento de un fluido viscoso.

Estado Plástico: Cuando los suelos mantienen una deformación producida por un esfuerzo sin agrietarse, desmoronarse o sufrir cambios volumétricos apreciables.

Estado semisólido: Es cuando el suelo tiene apariencia de un sólido, sin embargo al secarse disminuye su volumen.

Estado sólido: Es cuando el suelo no presenta variación en volumen aun cuando sea secado.

Gravedad específica, también conocida como masa específica o densidad relativa: Relación entre masa de la muestra y la masa de agua con el mismo volumen absoluto. Esta propiedad permite al material pétreo afrontar los cambios de volumen ocasionados por la variación de la temperatura.

Índice plástico: Es la diferencia aritmética entre el límite líquido y el límite plástico.

Límite de contracción: Es el límite de agua que marca la frontera entre los estados semisólido y sólido.

Límite líquido: Es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados semilíquido y plástico.

Límite plástico: Es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados plástico y semisólido.

Medición directa: Se realiza con instrumentos que pueden ser posados sobre el objeto en estudio.

Medición indirecta: Se realiza con instrumentos especializados que permiten realizar el trabajo sin que se deba colocar sobre el objeto de estudio.

Muestra unitaria: Pieza pétreo utilizada como material de construcción que se ha desarticulado a la edificación y es susceptible para análisis. Puede presentar o no tallas o trabajo artesanal.

GLOSARIO

Peso saturado y superficialmente seco: Estado del material pétreo en el que la saturación de agua al interior es máxima, sin embargo mantiene seco su exterior. Igual a la absorción potencial.

Peso en sitio: Se conforma por la masa unitaria del material más la ganancia o pérdida de humedad de la muestra en el sitio del muestreo.

Peso saturado: Representa el peso del material seco más el contenido máximo de agua que la muestra puede poseer.

Peso seco: Es el peso de la muestra sin considerar su contenido de agua.

El peso volumétrico: Se entiende como la relación existente entre el peso del material y el volumen que ocupa, se expresa en kg/m^3

Pica geológica: Herramienta utilizada en el campo de la geología para segmentar una roca. Su forma hace referencia a un martillo, por lo cual también es conocido como martillo de geólogo.

Plomada: Pesa metálica terminada en punta y suspendida en una cuerda muy fina; que sirve para marcar la proyección horizontal de un punto situado a cierta altura sobre el suelo.

Punto Visado (PV): Punto observado hacia el cual se hace una observación o medida.

Rasqueta: Herramienta formada por una plancha de hierro más o menos triangular y un mango de madera que sirve para rascar superficies.

Rumbo magnético o astronómico: Ángulo medido a partir del norte o sur hacia la derecha o izquierda, el cual tiene un valor que va desde 0° a 90° .

Solución Polar: son todas aquellas que sus moléculas pueden orbitar en un campo magnético de acuerdo a su electronegatividad.

Teodolito: aparato que tiene diversos usos en la topografía, principales para medir ángulos horizontales, verticales, distancias por taquimetría y trazar alineamientos.

CONCLUSIONES

1. Al ser el paisaje una disciplina que amalgama el quehacer de la arquitectura y el urbanismo, el arquitecto paisajista se ve obligado a obtener conocimientos que le permitan comprender y conservar “el Paisaje Cultural” = “Paisaje+Urbanismo+Arquitectura”.

2. La arquitectura vernácula se muestra como el crisol que sintetiza los recursos disponibles en el sitio y por ende la esencia del paisaje que la contiene.

3. Al narrar el paisaje la historia de los pueblos que contiene, el profesional del mismo se encuentra obligado a adquirir conocimientos y desarrollar habilidades que le permitan intervenirlo de forma adecuada.

4. Las técnicas en este manual mostradas, refieren a las normas de la ASTM las cuales han sido adecuadas y probadas en laboratorio para ser aplicadas al estudio del objeto arquitectónico. A través de ellas se puede caracterizar el material pétreo y establecer parámetros de selección que respalden las cualidades que una roca debe poseer para ser utilizada en la conservación o restauración del paisaje cultural.

También permiten la réplica de las cualidades físicas y mecánicas que poseen las mezclas de suelo utilizadas como cementantes o recubrimientos que hayan desarrollado un buen trabajo mecánico y de adherencia sobre el objeto arquitectónico.

BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, J. I. (2010). *Apuntes de Topografía*. Pachuca de Soto, Hidalgo. ITP.
- ASTM International. (2002). *Standard Test Methods for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone*. West Conshohocken, PA.
- ASTM. (2006). Standard Test Method for Resistance to Degradation of small-size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. West Conshohocken, PA. ASTM.
- ASTM International. (2006). *Standard Test Methods for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate (as Influenced by Particle Shape, Surface Texture, and Grading)*. (A. International, Ed.) West Conshohocken, PA, USA: International, ASTM. Recuperado el Marzo de 2014, de ASTM International.
- ASTM International. (2003). *Standard Practice for Sampling Aggregates*. West Conshohocken PA. Recuperado el Junio de 2014
- ASTM International. (2003). *Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate*. West Conshohocken, PA, USA. ASTM International.
- ASTM International. (2010). *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International. Recuperado el Noviembre de 2014
- ASTM International. (2013). *Standard Test Method for Measuring Early-Age Compressive Strength and Projecting Later-Age Strength*. West Conshohocken, PA, USA. ASTM International.
- ASTM International. (2014). *Standard Terminology Relating*. (A. International, Ed.) Recuperado el Diciembre de 2014, de ASTM International. <http://www.astm.org/Standards/C125.htm>
- Casanova Matera, L. (2003). *Topografía plana*. Venezuela: Taller de publicaciones de ingeniería, ULA.
- Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. (21 de Julio de 2015). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://lema.rae.es/drae/>
- Diccionario de la Real Academia Española. (24 de Julio de 2015). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://lema.rae.es/drae/>
- Dominguez, X. A. (1966). *Teoría, ejercicios y problemas de química*. (Segunda edición ed.). México, Distrito Federal, México: Publicaciones Cultural.
- Echegaray, E. (1889). *Diccionario general etimológico de la lengua española*. Madrid: José María Faquinetto.
- García Marquez F. (1963). *Curso Básico de Topografía*. México, Distrito Federal, México. Escuela Militar de Ingenieros.
- Industria de la Construcción. (1987). *Curado Acelerado para Pureza de compresión de Especímenes*. México, Distrito Federal. CMIC.
- Neville, A. M. (1999). *Tecnología del Concreto*. México, Distrito Federal. imcyt.
- Montes de Oca, M. (1989). *Topografía*. México, Distrito Federal, México. Alfaomega.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (1997). *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.* Recuperado el Mayo de 2014, de <http://www.onncce.org.mx>
- Ortiz Álvarez, M. I. TAMAYO PÉREZ L. M. O. (2012). *El paisaje en los centros históricos. Un legado cultural y perspectivas para su conservación en México y España*. México, Distrito Federal, México. Instituto de Geografía UNAM.

BIBLIOGRAFÍA

- Pasten, P. S. (2013). *Manual de Practicas de Ingenieria Civil*. (Primera ed.). Pachuca de Soto, Hidalgo. Ciencias de la Tierra, ITP.
- Portland Cement Association. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. México, Distrito Federal, México. PCA.
- Real Academia de la Lengua Española. (1996). *Diccionario de la lengua española* (Vigésima primera ed.). Madrid, España: Real Academia Española.
- SCT. (2003). *Instituto Mexicano del Transporte*. (SCT, Ed.) Recuperado el abril de 2014, de Normativa SCT. <http://www.imt.mx/normativa-sct.html>
- SCT. (3 de Marzo de 2003). *Instituto Mexicano del Transporte*. Obtenido de <http://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#03>
- SCT. (1 de Febrero de 2003). *Instituto Mexicano del Transporte*. (SCT, Ed.) Obtenido de <http://normas.imt.mx:/http://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html>
- SCT. (2003). *Intemperismo Acelerado de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*. México, Distrito Federal, México. SCT.
- SCT. (2003). *Muestreo de Materiales* (Vol. Del Libro: MMP. Métodos de muestreo y Prueba de Materiales Parte: 1.). México, D.F, México. SCT. Recuperado el Abril de 2014
- SCT. (2003). *NIT-SCT*. Recuperado el Abril de 2014, de <http://normas.imt.mx/barra.php?tm=1>
- SCT. (2003). *SCT*. Recuperado el Marzo de 2014, de <http://www.imt.mx/normativa-sct.html>
- SCT. (2004). *Materiales para Concreto Hidráulico*. México, Distrito Federal, México. SCT.
- SCT. (2006). Desgaste Mediante la Prueba de Los Ángeles de Materiales Pétreos par Mezclas Asfálticas. En SCT, *Métodos de Muestreo y Prueba de Materiales*. México, Distrito Federal, México. SCT.
- SCT. (2008). *NIT-SCT*. (SCT, Ed.) Recuperado el 2014, de <http://normas.imt.mx/barra.php?tm=1>
- Swenson, L., Dahnke, W., & Patterson, D. (1984). *Sampling for soil testing*. Estados Unidos: North Dakota State University, Dept of Soil Sci.
- Toscano, R. (1984). *Métodos Topográficos*. México, Distrito Federal, México.
- WHITE, E. (1970). *Fisica Moderna*. USA. U.T.E.H.A.