

ANEXO A

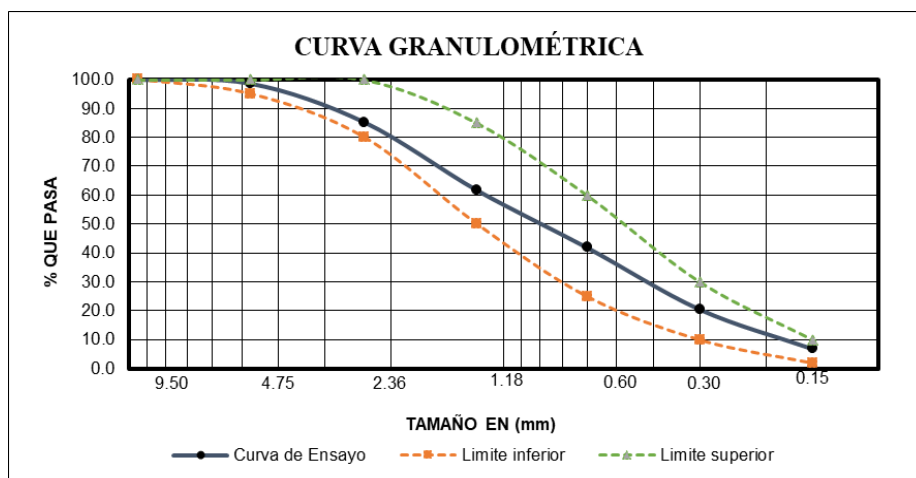
PLANILLAS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES



GRANULOMETRÍA - AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Peso total (gr.)			2000				
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret.	% que pasa del total	Especificación ASTM C-33	
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
Nº4	4.75	28.20	28.20	1.41	98.6	95	100
Nº8	2.36	373.60	401.80	20.09	85.2	80	100
Nº16	1.18	365.00	766.80	38.34	61.7	50	85
Nº30	0.60	395.60	1162.40	58.12	41.9	25	60
Nº50	0.30	428.00	1590.40	79.52	20.5	10	30
Nº100	0.15	272.60	1863.00	93.15	6.8	2	10
BASE		135.60	1998.60	99.93	0.1		
Suma		1998.6					
Pérdidas		1.4					
M.F. =		2.91					



Humedad		% Pasa Nº200	
Dato	(gr)	Dato	(gr)
Peso Muestra Húmeda	1200.00	Peso muestra seca	1200
Peso Muestra seca	1170.00	Peso muestra seca lavada	1175.3
Peso Agua	30.00	% pasa Nº200	2.10
% de Humedad	2.56		

Ing. Moisés Díaz Ayarde
 Resp. Lab. Hormigones y Resist. Materiales

Briner Duchén Guerrero
Universitario



PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Peso unitario suelto

Muestra N°	Peso del recipiente (gr)	Volumen del recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm ³)
1	2610.10	3013.67	7436.50	4826.40	1.60
2	2610.10	3013.67	7402.20	4792.10	1.59
3	2610.10	3013.67	7432.10	4822.00	1.60
				Promedio	1.60

Peso unitario compactado

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra compactada (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm ³)
1	2610.10	3013.67	7806.70	5196.60	1.72
2	2610.10	3013.67	7983.40	5373.30	1.78
3	2610.10	3013.67	8097.30	5487.20	1.82
				Promedio	1.78



PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales

Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA

Laboratorista: Briner Duchén Guerrero

Materia: Proyecto de grado II

Fecha: 14-10-2019

Ens. N°	Peso muestra (gr)	Peso matríz (gr)	Muestra + matríz + agua (gr)	Peso agua agregado al matríz "V" (ml) ó (gr)	Peso muestra secada "A" (gr)	Vol. del matríz "V" (ml)	P. E. Granel (gr/cm ³)	P. E. S.S.S (gr/cm ³)	P. E. Aparente (gr/cm ³)	% de abs.
1	500	172.4	968.7	296.30	488.60	500.00	2.40	2.45	2.54	2.28
2	500	177.5	969.8	292.30	485.60	500.00	2.34	2.41	2.51	2.88
3	500	171.6	968.5	296.90	488.60	500.00	2.41	2.46	2.55	2.28
Promedio							2.38	2.44	2.53	2.48

Briner Duchén Guerrero
 Universitario

Ing. Moisés Díaz Ayarde
 Resp. Lab. Hormigones y Resist. Materiales



EQUIVALENTE DE ARENA

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

N° de muestra	H1	H2	Equivalente de arena (%)
	(cm)	(cm)	
1	8.60	9.80	87.76
2	8.20	10.10	81.19
3	8.10	9.50	85.26
		Promedio	84.74

$$E.A. = \frac{H1}{H2} * 100$$

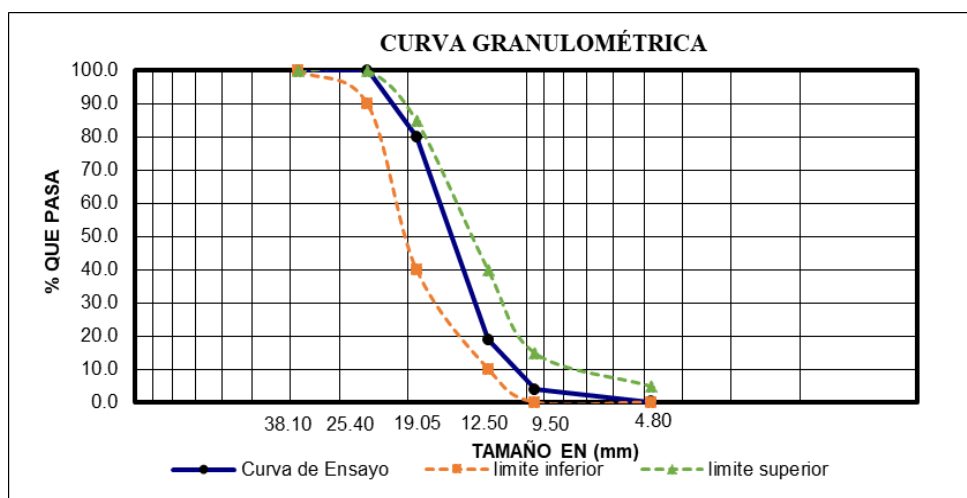
Equivalente de arena (%)	Norma
84.74	>50



GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Peso total (gr.) =			5000				
Tamices	Tamaño (mm)	Peso ret. (gr)	Retenido acumulado		% Que pasa del total	% Que pasa ASTM C-33	
			(gr)	(%)			
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.0	-	-
2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.0	-	-
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00	100.0	100	100
1	25.40	0.00	0.00	0.00	100.0	90	100
3/4	19.05	1002.90	1002.90	20.06	79.9	40	85
1/2	12.50	3052.00	4054.90	81.10	18.9	10	40
3/8	9.50	749.40	4804.30	96.09	3.9	0	15
Nº4	4.80	184.40	4988.70	99.77	0.2	0	5
Base	0	9.20	4997.90	99.96	0.0		
Suma =		4997.90					
Pérdidas =		2.10					
M.F. =		7.16					



Humedad	
Dato	(gr)
Peso muestra húmeda	5000.00
Peso muestra seca	4936.00
Peso agua	64.00
% de humedad	1.30

Briner Duchén Guerrero
 Universitario

Ing. Moisés Díaz Ayarde
 Resp. Lab. Hormigones y Resist. Materiales



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Peso unitario suelto

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra suelta (gr)	Peso muestra suelta (gr)	Peso unitario suelto (gr/cm ³)
1	5845.00	9657.02	20121.00	14276.00	1.478
2	5845.00	9657.02	20153.00	14308.00	1.482
3	5845.00	9657.02	20166.00	14321.00	1.483
				Promedio	1.481

Peso unitario compactado

Muestra N°	Peso recipiente (gr)	Volumen recipiente (cm ³)	Peso recip. + muestra compactado (gr)	Peso muestra compactada (gr)	Peso unitario compactado (gr/cm ³)
1	5845.00	9657.02	21112.00	15267.00	1.581
2	5845.00	9657.02	21116.00	15271.00	1.581
3	5845.00	9657.02	21120.00	15275.00	1.582
				Promedio	1.581



PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Ens. N°	Peso muestra secada "A" (gr)	Peso muestra saturada con sup. seca "B" (gr)	Peso muestra sat. dentro del agua "C" (gr)	Peso específico a granel (gr/cm ³)	Peso específico S.S.S. (gr/cm ³)	Peso específico aparente (gr/ cm ³)	% de abs.
1	4980.00	5060.00	3130.00	2.58	2.62	2.69	1.61
2	4985.00	5065.00	3125.00	2.57	2.61	2.68	1.60
3	4983.00	5060.00	3122.00	2.57	2.61	2.68	1.55
Promedio				2.57	2.62	2.69	1.61



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ANGELES

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Tabla ASTM C-131 según el tamaño de material que se tenga

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (gr)			
Pasa	Retenido				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
Peso total		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
Número de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación		30	15	15	15

Datos de laboratorio

Método A		Método B		Método C		Método D	
Tamiz	Peso retenido	Tamiz	Peso retenido	Tamiz	Peso retenido	Tamiz	Peso retenido
1"	1250	1/2"	2500	1/4"	2500	N°8	5000
3/4"	1250	3/8"	2500	N°	2500		
1/2"	1250						
3/8"	1250						

$$\% \text{ desgaste} = \frac{P_{\text{INICIAL}} - P_{\text{FINAL}}}{P_{\text{FINAL}}} * 100$$

Ens. N°	Material	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	% De desgaste	Especificación ASTM
1	A	5000	4042	19.16	35% max.
2	B	5000	4045	19.10	35% max.
3	C	5000	4043	19.14	35% max.
			Promedio	19.13	35% max.



Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

FINURA Y PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO

Peso específico

Ensayo N°	Peso de la muestra (gr)	Vol. inicial (ml)	Temp. inicial (°C)	Vol. final (ml)	Temp. final (°C)	Peso específico (gr/cm ³)	Media peso específico (gr/cm ³)
1	64	300	21	320.4	20.5	3.14	3.14
2	64	300	21	320.3	21.5	3.15	
3	64	300	21	320.4	22.5	3.14	

Finura del cemento

Ensayo N°	Peso de la muestra (gr)	Peso ret. tamiz N°40 (gr)	Peso ret. tamiz N°200 (gr)	Peso ret. base (gr)	Módulo de finura (%)	Promedio de la finura del cemento (%)
1	50	0.1	6.6	43.3	13.4	13.27
2	50	0.3	6.3	43.4	13.2	
3	50	0.1	6.5	43.4	13.2	



MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°200 – GRAFITO Y LIMADURAS DE HIERRO FUNDIDO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Tipo de material	Ensayo N°	Peso de la muestra (gr)	Peso ret. tamiz N°100 (gr)	Peso ret. Tamiz N°200 (gr)	Peso ret. base (gr)	% de material que pasa tamiz N°200	Promedio de partículas que pasan tamiz N°200 (%)
Limaduras de hierro fundido	1	30	0.1	1.4	28.5	95.00	94.67
	2	30	0.2	1.5	28.3	94.33	
	3	30	0.3	1.3	28.4	94.67	

Tipo de material	Ensayo N°	Peso de la muestra (gr)	Peso ret. Tamiz N°100 (gr)	Peso ret. tamiz N°200 (gr)	Peso ret. base (gr)	% de material que pasa tamiz N°200	Promedio de partículas que pasan tamiz N°200 (%)
Grafito	1	30	0	0.1	29.9	99.67	99.33
	2	30	0	0.3	29.7	99.00	
	3	30	0	0.2	29.8	99.33	

ANEXO B

PROCEDIMIENTOS DE CADA CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM C136; AASTHO T27)

Objetivo

Este ensayo tiene como principal objetivo el poder determinar el diámetro máximo de partículas y la distribución de tamaños en los agregados, método que abarca un procedimiento de diferenciación de los tamaños, empleando tamices de aberturas cuadradas.

Equipo

- Balanza sensible a 0,1 gramos.
- Juego de tamices: 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.
- Cuarteador, pala.
- Cuchara, recipientes y cepillo.

Procedimiento del ensayo

- Antes de realizar el ensayo se debe preparar la muestra, para lo cual se debe separar mediante cuarteo la cantidad necesaria hasta obtener una muestra representativa. El tamaño nominal del agregado es de 1 plg, para este ensayo se pesará una cantidad de 5 kg de agregado grueso y 2 kg de agregado fino en base al documento referencial.
- Una vez terminado el proceso anterior se procede a seleccionar la serie de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material a ensayar (agregado fino y grueso)
- Verter el material en el juego de tamices previamente ensamblados y dispuestos, de arriba abajo, en orden decreciente de tamaños de abertura con el fondo y la tapa.
- Se procede con el tamizado agitando la serie de tamices ensamblados en el vibrador mecánico ROP TAP por un tiempo determinado de 10 a 15 minutos. Terminando el proceso de tamizado se determinará el peso del muestra retenido en cada tamiz, con una balanza de precisión de 0,1 gr.

Cálculos

Obtenidos los pesos retenidos en cada malla disponer los datos en una planilla de tal forma que se puedan realizar los respectivos cálculos.

- Calcular el peso acumulado de los pesos retenidos
- Calcular el porcentaje retenido tomando como referencia el peso total de la muestra usada dividida por su peso retenido acumulado multiplicado por 100.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{peso retenido acumulado}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

- Luego invertir los porcentajes retenidos y transformarlos en porcentajes pasantes, para esto se debe restar al 100% cada porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ Que pasa} = 100\% - \% \text{Retenido acum.}$$

- Dibujar la curva granulométrica a escala logarítmica donde las abscisas corresponden al tamaño de las partículas y las ordenadas a los porcentajes que pasan.

MATERIAL FINO MENOR QUE LA MALLA N°200 (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM C117 AASHTO T11)

Objetivo

El método establece el procedimiento mediante el tamizado húmedo para determinar el contenido de material fino compuesto por partículas inferiores al tamiz N° 200 en los áridos. Es aplicable a materiales cuyo material fino no experimente alteraciones físicas o se aglomere por efecto del secado.

Equipo

- Balanza sensible a 0,1 gramos

- Tamiz N° 200.
- Recipiente para lavado
- Horno
- Espátula, brocha.
- Recipiente para pesaje, recipiente para secado.

Procedimiento del ensayo

Antes de realizar el ensayo se debe preparar la muestra, para lo cual se debe separar mediante cuarteo la cantidad necesaria hasta obtener una muestra representativa. Para este ensayo se pesará una cantidad de 500 gr baso en el documento referencial.

- Determinar y registrar la masa inicial de la muestra de ensaye en estado seco (B).
- Colocar la muestra en el recipiente de lavado y agregar agua potable en cantidad suficiente para cubrirla.
- Vaciar inmediatamente el agua con el material a través del tamiz N°200.
- Agregar nuevas cargas de agua y repetir la operación hasta que el agua agitada con la muestra permanezca limpia y clara.
- Reunir el material retenido en el tamiz y secarlo en el horno durante 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Pesar y registrar muestra lavada y seca (C).
-

Calculo

Calcular el contenido de material fino inferior que la malla N°200 según la formula siguiente:

$$A \% = \frac{B-C}{B} * 100$$

Donde:

A = Contenido de material fino menor que N°200. (%)

B = masa inicial de la muestra de ensaye seca (gr).

C = Masa de la muestra de ensaye lavada y seca (gr).

CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD POR SECADO (DOCUMENTO REFERENCIAL (ASTM C566))

Objetivo

Este método se aplica para determinar, por secado, el porcentaje de humedad evaporable, en una muestra de áridos

Equipo

- Balanza sensible a 0,1 gramos
- Horno
- Recipientes, Cuchara metálica o espátula.

Procedimiento de ensayo

La muestra debe ser representativa. El peso de la muestra para el ensayo deberá estar de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla B.1. Tabla de pesos mínimos de la muestra a ensayar

Tamaño máximo nominal		Peso mínimo de la muestra
(mm)	(pulg)	(kg)
4.75	(N°4)	0.5
9.5	(N°3/8")	1.5
12.5	(N°1/2")	2
19	(N°3/4")	3
25	(N°1")	4
37.5	(N°1 1/2")	6
50	(N°2")	8
63	(N°2 1/2")	10
75	(N°3")	13
90	(N°3 1/2")	16
100	(N°4")	25
150	(N°6")	50

Fuente: Normas para materiales y ensayo de materiales, ABC

- Pesar la muestra, evitando pérdidas de humedad, por posibles demoras.
- Secar enteramente la muestra en el recipiente, utilizando el horno o la hornalla, cuidando mucho que no se pierdan partículas de áridos. Un calentamiento demasiado rápido, puede ocasionar la explosión de algunas partículas, con la pérdida consecuente. La muestra debe secarse enteramente.
- Enfriar la muestra y pesarla. Registrar el dato.

Calculo

Calcular el contenido total de agua como sigue:

$$W_p (\%) = \frac{W-D}{D} * 100$$

Donde

W_p = Humedad de la muestra (%)

W = Peso original de la muestra (gr)

D = peso de la muestra seca (gr)

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM C127; AASHTO T85)

Objetivo

Establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas.

Materiales y equipos

- Balanza
- Horno
- Canastillo porta muestra para agregado grueso

- Estanque (debe permitir contener con holgura el canastillo porta muestra)
- Recipientes

Procedimiento del ensayo

La cantidad mínima de la muestra para este ensayo se determina según tabla B.1

Tabla B.2. Cantidad mínima de muestra

Tamaño máximo nominal (mm)	Cantidad mínima de muestra (gr)
12.5	2.000
19	3.000
25	4.000
37.5	5.000
50	8.000

Fuente: Normas para materiales y ensayo de materiales, ABC

- La muestra para el ensayo consiste de 5 kg según la tabla B.1. Se lava el material con el fin de remover el polvo o cualquier impureza que cubra la superficie de las partículas, se eliminara por tamizado las partículas inferiores a 4,75 mm (tamiz N°4), luego se sumerge en agua por un periodo de 24 horas.
- Transcurrido las 24 horas, se retira la muestra del agua y se seca con un paño superficialmente a las partículas hasta que desaparezca la película visible de agua. Se debe efectuar toda la operación en el menor tiempo posible para evitar la evaporación total del agua.
- Se determina entonces el peso del agregado saturado superficialmente seco, pesando la muestra en una balanza. Se registra ese dato como (B).
- Después de pesar, se colocará la muestra saturada con superficie seca en el canastillo metálico y se sumerge en agua a 20 ± 3 °C y se sacude para eliminar el aire atrapado, en donde se determinará su peso sumergido. Se registra ese dato como (C).

- Se retira la muestra del canastillo, cuidando de no dejar partículas atrapadas en el canastillo, y se dejara secar la muestra en un horno a una temperatura de 110 ± 5 °C.

Se deja enfriar hasta la temperatura ambiente o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto y se pesara para determinar el peso seco. Se registra este dato como (A).

Cálculos

Los cálculos a realizar serán los siguientes:

Peso específico seco de la muestra (gr/cm³)

$$\text{Peso específico a granel} = \frac{A}{B-C}$$

Peso específico saturado con superficie seca (gr/cm³)

$$\text{Peso específico en condición saturada y superficie seca} = \frac{B}{B-C}$$

Peso específico aparente (gr/cm³)

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{A-C}$$

Absorción (%)

$$\% \text{ de absorción} = \frac{B-A}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso seco del agregado, en gr.

B = Peso del agregado saturado superficialmente seca, en gr.

C= Peso del agregado saturado, en gr.

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM E30; ASTM C29)

Objetivo

Este ensayo tiene como objetivo describir cómo se puede obtener la densidad aparente suelta y compactada del agregado grueso a la temperatura ambiente.

Equipos

- Balanza sensible al 0,5% del peso de la muestra
- Una varilla de 5/8" de diámetro y unos 60 cm de largo
- Recipientes metálicos de forma cilíndrica, provistos de agarraderas.
- Pala de mano o cucharón.

Procedimiento de ensayo

Los moldes deben ser calibrados con exactitud, determinando el peso del agua a 16,7°C requerido para llenarlos. El volumen del molde se determinará dividiendo el peso del agua requerido para llenar el molde por el peso unitario del agua a la misma temperatura.

La muestra debe ser representativa determinada por la operación del cuarteo.

Determinación del peso unitario suelto.

- Con la ayuda de una pala de mano o cucharón se llena el recipiente de medida, descargando el agregado desde una altura no mayor a 50 mm hasta que rebose el recipiente.
- Se eliminará el agregado sobrante o en exceso con la ayuda de la varilla enrasándolo suavemente.
- Determinar el peso del recipiente cilíndrico y el peso del recipiente cilíndrico más la muestra del agregado añadida.

Determinación del peso unitario compactado

- Llenar la tercera parte del recipiente con el agregado, emparejar la superficie con los dedos, posteriormente apisonar la capa del agregado con 25 golpes de la varilla

distribuidos uniformemente. Al apisonar esta primera capa se debe evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente.

- Se llena el recipiente con el agregado las 2/3 partes del recipiente, volviendo a emparejar la superficie y apisonar con 25 golpes de la varilla aplicando la fuerza necesaria para que la varilla atravesase solamente la respectiva capa. Finalmente llenar el recipiente hasta rebosar y compactar nuevamente de la manera antes mencionada.
- Una vez colmado el recipiente, enrasar la superficie con la varilla, usándola como regla, seguidamente determinar el peso del recipiente más el agregado y el peso del recipiente solo.

Cálculos

El peso neto del agregado dentro del molde se obtiene restando el peso del molde del peso de la muestra compactada más el molde. El peso por unidad de volumen de la muestra se obtiene multiplicando su peso neto por el inverso del volumen del molde.

- Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

$$P.U.C. = \frac{m_c}{V}$$

Donde:

P.U.C = peso unitario compactado (kg/m³)

m_c = masa de agregado compactado (kg)

V = volumen del recipiente (m³)

- Peso Unitario Suelto (P.U.S)

$$P.U.S = \frac{m_s}{V}$$

Donde:

P.U.C = peso unitario compactado (kg/m³)

m_s = masa de agregado compactado (kg)

V = volumen del recipiente (m³)

DESGASTE MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ÁNGELES AGREGADO GRUESO (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM C131; AASHTO T96)

Objetivo

Este método establece el procedimiento para determinar la resistencia al desgaste de los áridos mayores a 2,5 mm, mediante la máquina de los ángeles.

Equipo

- Máquina de los ángeles
- Balanza
- 11 esferas (carga abrasiva)

Procedimiento del ensayo

- El material deberá ser lavado y secado en horno a temperatura constante de $105 \pm 110^{\circ}\text{C}$, y el tamizado según las mallas que se indican en la tabla

Tabla B.3. Cantidad de material a emplear.

Método		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (gr)			
Pasa	Retenido				
1 1/2"	1"	1250 $\pm$ 25			
1"	3/4"	1250 $\pm$ 25			
3/4"	1/2"	1250 $\pm$ 10	2500 $\pm$ 10		
1/2"	3/8"	1250 $\pm$ 10	2500 $\pm$ 10		
3/8"	1/4"			2500 $\pm$ 10	
1/4"	N°4			2500 $\pm$ 10	
N°4	N°8				5000 $\pm$ 10
Peso total		5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10	5000 $\pm$ 10
Número de esferas		12	11	8	6
N°de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación		30	15	15	15

Fuente: Norma ASTM C131

- La muestra de ensayo y la carga designada serán colocadas en la máquina de los ángeles y se pondrá en funcionamiento la maquina a una velocidad de 30 o 33 revoluciones por minuto para las gradaciones A,B,C, se hará rotar el tambor 500 revoluciones.

- Al final del ensayo será descargado de la máquina y se hará una separación preliminar en el tamiz N°12.
- El material que queda retenido en el tamiz N°12 deberá lavarse, secarse en un horno a 110 °C y pesarse seguidamente.

Cálculos

El resultado del ensayo se expresa en porcentaje de desgaste, calculándose como la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra de ensayo con respecto al peso inicial.

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}}}{P_{\text{inicial}}} * 100$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM C128; AASHTO T84)

Objetivo

Determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.

Equipos y materiales utilizados

- Balanza
- Horno
- Recipientes
- Matraz

Procedimiento del ensayo

La muestra consiste en aproximadamente de 1 kg de material el cual se sumerge en agua por un periodo de 24 horas.

- Elimine paulatinamente el exceso de agua, evitando la pérdida de finos. Revuelva la muestra frecuentemente para asegurar un secado uniforme, hasta llevarla a su condición suelta.

- Con el fin de verificar la condición de saturado con superficie seca, se coloca el material dentro del molde cónico, que estará con su diámetro mayor hacia abajo.
- Se enrasa el material y se procede a compactar suavemente con 25 golpes de pisón uniformemente distribuidos sobre la superficie. En cada golpe se deja caer el pisón libremente.
- Remueva cuidadosamente todo el material sobrante en la superficie, y se procede a levantar el molde verticalmente. Si hay humedad libre la muestra conservara la forma del cono. En este caso se repite con el secado. Una vez que la muestra caiga libremente su talud natural al retirar el molde, será indicación que la muestra alcanzo la condición saturada superficialmente seca.
- Se colocan 500 gr de la muestra en el matraz y luego se llena este con agua. Con el fin de eliminar burbujas de aire presentes en el matraz, se rueda el matraz y luego se deja reposar un instante.
- Mida y registre la masa total del matraz con la muestra de ensaye y el agua.
- Se vacía el contenido del matraz en un recipiente y se pone a secar en un horno de temperatura constante y se procederá a pesar la muestra en condición seca.

Cálculos

Peso específico de la muestra

Los cálculos a realizar serán los siguientes:

Peso específico seco de la muestra

$$\text{Peso específico a granel (gr/cm}^3\text{)} = \frac{A}{V-W}$$

Peso específico saturado con superficie seca

$$\text{Peso específico en condición saturada y superficie seca} = \frac{500}{V-W}$$

Peso específico aparente

$$\text{Peso específico aparente (gr/cm}^3\text{)} = \frac{A}{(V-W)-(500-A)}$$

Absorción (%)

$$\% \text{ de absorción} = \frac{500-A}{A} * 100$$

Donde:

A = Peso en el aire de la muestra secada al horno, en gr.

V = Volumen del frasco

W = Peso en gramos o volumen en ml del agua agregado al frasco

MÉTODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM D2419; AASHTO T176)

Objetivo

Este método establece un procedimiento rápido para determinar las proporciones relativas de finos plásticos o arcillosos en los áridos que pasan por tamiz de 4,75 mm.

Equipos y materiales

- Probeta graduada: De 30 ± 1 mm de diámetro interior y aproximadamente 400 mm de alto, graduado en milímetros hasta una altura de 380 mm y provisto de un tapón hermético de caucho.
- Pisón: compuesto por una varilla de bronce de 6mm de diámetro basal y 20 mm de altura, con una perforación central con hilo para conectarlo a la varilla. Un par de guías que mantenga centrada la varilla en el eje de la probeta. Una sobrecarga cilíndrica de acero laminado en frío de 50 mm de diámetro y 53 mm de altura, con una perforación central con hilo conectada a la varilla.
- Sifón: recipiente de medida de 85 ± 5 ml de capacidad.
- Tamiz, recipiente para preparar el reactivo
- Herramientas y accesorios (botellas para reactivo, regla de enrase).

Procedimiento del ensayo

La muestra original debe tener un tamaño igual o mayor que 2.000 gr de material según documento referencial.

- Para la preparación de la solución química se diluirá 22.5 ml de solución para cada litro de agua destilada.
- Por el sifón verter 102 ± 3 mm. de solución de trabajo de cloruro de calcio, en la probetas.
- Con ayuda del embudo verter. En la probeta, aproximadamente 150 gr del suelo separado.
- Golpear la parte baja del cilindro varias veces con la palma de la mano para desalojar las posibles burbujas de aire y para humedecer completamente la muestra. Dejar reposar durante 10 ± 1 min.
- Transcurridos los 10 min, tapar la probeta con un tapón; suelte el material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitándolo a la vez.

Método manual

- Sujetar la probeta en posición horizontal y sacudirla vigorosamente de izquierda a derecha.
- Agitar el cilindro 90 ciclos en 30 segundos, usando un recorrido 23 ± 3 cm. Un ciclo se define como el movimiento completo a la derecha seguido por otro a la izquierda.
- Concluida con la operación de agitación, colocar la probeta verticalmente sobre la mesa de trabajo y quitar el tapón.

Proceso de irrigación

- Introduzca el tubo irrigador en la parte superior de la probeta, suelte la abrazadera de la manguera y limpie el material de las paredes de la probeta mientras el irrigador baja.
- El irrigador debe llegar hasta el fondo, aplicando suavemente una presión y giro mientras que la solución de trabajo fluye por la boca del irrigador, esto impulsa el material fino desde el fondo hacia arriba poniéndolo sobre las partículas gruesas.
- Cuando el nivel del líquido alcance la señal de los 38 cm, levante el tubo irrigador despacio sin que deje de fluir la solución, de tal manera que el nivel se mantenga cerca de 38 cm mientras se saca el tubo.

Lectura de la arcilla

- Deje reposar durante 20 min $\pm$ 15 s. comience a medir el tiempo luego de retirar el tubo irrigador.
- Al termino de los 20 min leer el nivel superior de la suspensión de arcilla. Este valor se denomina lectura de arcilla. Si la línea de marca no es clara transcurridos los 20 min. Del periodo de sedimentación, permita que la muestra repose sin ser perturbada hasta que una lectura de arcilla pueda ser claramente obtenida; inmediatamente, lea y anote el nivel máximo de la suspensión arcillosa y el tiempo total de sedimentación.

Lectura de arena

- Después de la lectura de arcilla introduzca en la probeta el ensamblaje del pie y baje lentamente hasta que llegue sobre la arena. No permitir que el indicador golpee la boca de la probeta mientras se baja el conjunto.
- Cuando el conjunto toque la arena con uno de los tornillos de ensamblaje hacia la línea de graduación de la probeta, lea y anote. Restar 25,4 cm. Del nivel indicado en el borde superior del indicador y registrar este valor como la lectura de arena.
- Después de tomar la lectura de arena, tenga cuidado de no presionar con el pie por que podría dar lecturas erróneas.

Cálculos

Se calculará el equivalente de arena con la siguiente formula:

$$\text{Equivalente de arena} = \frac{\text{Lectura de arena}}{\text{Lectura de arcilla}} * 100$$

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS DE GRAFITO Y LIMADURAS DE HIERRO QUE PASAN EL TAMIZ N°200 (DOCUMENTO REFERENCIAL ASTM C117; ASTM C136)

Objetivo

Este método establece el procedimiento mediante tamizado para determinar el contenido

de material fino compuesto por partículas inferiores a 0,075 mm (N°200) en los áridos. Es aplicable a materiales cuyo material fino no experimente alteraciones físicas o se aglomere por efecto del secado.

Equipo

- Balanza sensible a 0,1 gramos
- Tamiz N°200 y N°100
- Recipientes, horno
- Espátula, brocha, cuchara

Procedimiento del ensayo

La muestra a considerar fue de 30 gramos tanto de grafito como de limaduras de hierro esto debido al material ya que estos poseen partículas muy pequeñas y al ser trabajados en mayor masa se hace dificultoso el ensayo (perdida de material excesivo, entre otros).

- Determinar y registrar la masa inicial de la muestra de ensaye en estado seco (A)
- Ubicar los tamices de forma decreciente y vaciar la muestra sobre ellos.
- Realizar el tamizado cuidadosamente evitando pérdidas.
- Realizar el pesado del material retenido en cada tamiz (B).

Cálculos

$$\% \text{ de partículas que pasan el tamiz N}^\circ 200 = \frac{A-B}{A} * 100$$

Donde:

A = masa del material inicial (gr)

B = masa del material que no pasa el tamiz N°200 (gr)

ANEXO C

DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGÓN ACI-211



DOSIFICACION DE HORMIGONES

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

}

Características de los agregados		
Ensayo	Unidad	Valor
1.- Modulo de Finura de la arena (M.F.)	s/u	2.91
2.- Peso Unitario Compactado de la grava (P.U.C.)	kg/m ³	1581
3.- Peso específico de la arena (γ_f)	gr/cm ³	2.53
4.- Peso específico de la grava (γ_g)	gr/cm ³	2.69
5.- Absorción de la arena (Aa)	%	2.48
6.- Absorción de la grava (Ag)	%	1.61
7.- Humedad de la arena (Ha)	%	2.56
8.- Humedad de la grava (Hg)	%	1.30
9.- Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.)	pulg	3/8"
10.- Tamaño Máximo (T.M.)	pulg	1"
11.- Peso específico del cemento	gr/cm ³	3.14

PASO 1. SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO

Asentamiento recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación				
Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy Seca	0 - 20	Prefabricación de alta resistencia, revestimiento, de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta; hormigones de proyección neumática.	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20 - 35	Pavimentos	Pavimentadoras con terminadora vibratoria	Secciones sujetas a vibración intensa.

Semi - seca	35 - 50	Pavimentos, fundaciones en hormigón simple.	Colocación con maquinas operadoras manualmente.	Secciones simplemente reforzadas.
Media	50 - 100	Elementos compactados a mano, losas, muros y vigas	Colocación manual	Secciones medianamente reforzadas, sin vibración.
Húmeda	100 - 150	Elementos estructurales esbeltos	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas, sin vibración.
Muy húmeda	150 o más	Elementos muy esbeltos, pilotes fundidos "in situ"	Tubo - embudo tremie	Secciones altamente reforzadas, sin vibración.

Asentamiento (S)	2	plg.
------------------	---	------

PAO 2. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO A/C

Correspondencia entre la resistencia a la compresión a los 28 días de edad y la relación agua-cemento para los cementos Colombianos, portland tipo I, en hormigones sin aire incluido.			
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Relación agua-cemento en peso		
	Limite superior	Linea media	Limite inferior
140	-	0.72	0.65
175	-	0.65	0.58
210	0.7	0.58	0.53
245	0.64	0.53	0.49
280	0.59	0.48	0.45
315	0.54	0.44	0.42
350	0.49	0.40	0.38

Relacion Agua / Cemento (a/c)	0.4	s/u
--------------------------------	-----	-----

PASO 3. SELECCIÓN DEL VOLUMEN OPTIMO DE AGREGADO GRUESO

En un proporcionalamiento de una mezcla de concreto de resistencia normal, el contenido óptimo de agregado grueso es dado como función del tamaño máximo y el módulo de finura del agregado fino.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado con varilla (a), por volumen de hormigón para diferentes módulos de finura de la arena (b).					
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.		Módulo de finura de la arena			
mm.	plg.	2.4	2.6	2.8	3
9.51	3/8"	2.5	0.48	0.46	0.44
12.7	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
25.4	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
38.1	1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
50.8	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
76.1	3"	0.82	0.8	0.78	0.76
152	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Vol. Agr. Grueso / Vol. Unitario concreto (b/bo)	0.609	s/u
--	-------	-----

PASO 4. ESTIMACIÓN DEL AGUA DE MEZCLADO

Se encuentra en función del tamaño máximo del agregado y el revenimiento

Requerimiento aproximado de agua de mezclado para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregado, con partículas de forma angular y textura rugosa, en hormigón sin aire incluido									
Asentamiento		Tamaño máximo del agregado, en mm (plg.)							
		9.51	12.70	19.00	25.40	38.10	50.80	64.00	76.10
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
mm.	plg.	Agua de mezclado, en Kg/m ³ de hormigón							
0	0	223	201	186	171	158	147	141	132
25	1	231	208	194	178	164	154	147	138
50	2	236	214	199	183	170	159	151	144
75	3	241	218	203	188	175	164	156	148
100	4	244	221	207	192	179	168	159	151
125	5	247	225	210	196	183	172	162	153
150	6	251	230	214	200	187	176	15	157
175	7	256	235	218	205	192	181	170	163
200	8	260	240	224	210	197	186	176	168

Requerimiento de Agua (A)	183	kg/m ³
---------------------------	-----	-------------------

PASO 5. CALCULO DEL PESO DEL AGREGADO FINO

$$\text{Peso agregado grueso (Pag)} = \frac{b}{b_o} * \text{PUC} = (0.609) * 1481 \text{ kg/m}^3 = 962.83 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso cemento (Pc)} = \frac{A}{a/c} = \frac{183}{0,4} = 457.50 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen del agregado grueso (Vag)} = \frac{\text{Pag}}{\gamma_g} = \frac{962.83 \text{ kg/m}^3}{2.69 \text{ gr/cm}^3} = 357.93 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Volumen del cemento (Vc)} = \frac{\text{Pc}}{\gamma_c} = \frac{457,50 \text{ kg/m}^3}{3,14 \text{ gr/cm}^3} = 145.70 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Volumen de arena (Vaf)} = 1000 - \text{Vc} - \text{A} - \text{Vag} = (1000 - 145.7 - 183 - 357.93) \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Volumen de arena (Vaf)} = 313.37 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino (Paf)} = \text{Vaf} * \gamma_f = 313.37 \text{ lt/m}^3 * 2.53 \text{ gr/cm}^3 = 792.83 \text{ kg/m}^3$$

PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO

Ingrediente	Peso Seco	Volumen Absoluto	Peso específico
	kg/m ³	lt/m ³	gr/cm ³
Cemento	457.50	145.70	3.14
Agua	183	183	1
Grava	962.83	357.93	2.69
Arena	792.83	313.37	2.53
Total	2396.16	1000.00	

PASO 6. CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR EL APOORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$\text{Peso húmedo de la arena (Pah)} = \text{Paf} * (1 + \text{Ha})$$

$$\text{Peso húmedo de la arena (Pah)} = 792.83 \text{ kg/m}^3 * \left(1 + \left(\frac{2.56}{100}\right)\right) = 813.12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso húmedo de la grava (Phg)} = \text{Pag} * (1 + \text{Hg})$$

$$\text{Peso húmedo de la grava (Phg)} = 962.83 \text{ kg/m}^3 * \left(1 + \left(\frac{1.30}{100}\right)\right) = 975.35 \text{ kg/m}^3$$

PASO 7. CORRECCIÓN DEL AGUA

Agua corregida a la grava (A_{cg}) = $P_{ag} * (A_g - H_g)$

$$\text{Agua corregida a la grava } (A_{cg}) = 962,83 * \left(\frac{1.61}{100} - \frac{1.30}{100} \right) = 2.98 \text{ lt/m}^3$$

Agua corregida a la arena (A_{cf}) = $P_{af} * (A_a - H_a)$

$$\text{Agua corregida a la arena } (A_{cf}) = 792.83 * \left(\frac{2.48}{100} - \frac{2.56}{100} \right) = - 0.63 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Total, de agua corregida } (A_{tc}) = A_{cg} + A_{cf} = 2.98 \text{ lt/m}^3 - 0.63 \text{ lt/m}^3 = 2.35 \text{ lt/m}^3$$

PASO 8. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO HÚMEDO

Ingrediente	Peso seco kg/m ³	Peso húmedo kg/m ³
Cemento	457.50	457.50
Agua	183.00	185.35
Grava	962.83	975.35
Arena	792.83	813.12
Total	2396.16	2431.32

Proporciones de la mezcla

Cemento	Arena	Grava
1.0	1.7	2.1

Porcentajes de adición de grafito y limaduras de hierro fundido en probetas cilíndricas

N° de probetas cilíndricas =		1
Volumen de la probeta =		0.00530 m ³
Perdida asumida =		5%
Ingrediente	Peso seco (kg)	Peso húmedo (kg)
Cemento	2.55	2.55
Agua	1.02	1.03
Grava	5.36	5.43
Arena	4.41	4.53
Total	13.33	13.53
Porcentajes de adición de aditivos		
0.5%	0.07	0.07
1.0%	0.13	0.14
1.5%	0.20	0.20
2.0%	0.27	0.27
4.0%	0.53	0.54

Porcentajes de adición de grafito y limaduras de hierro fundido en probetas prismáticas

N° de probetas cilíndricas =		1
Volumen de la probeta =		0.0135 m ³
Perdida asumida =		5%
Ingrediente	Peso seco (kg)	Peso húmedo (kg)
Cemento	6.49	6.49
Agua	2.59	2.63
Grava	13.65	13.83
Arena	11.24	11.53
Total	33.97	34.46
Porcentajes de adición de aditivos		
0.5%	0.17	0.17
1.0%	0.34	0.34
1.5%	0.51	0.52
2.0%	0.68	0.69
4.0%	1.36	1.38

ANEXO D

RESULTADOS DEL ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS Y DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO



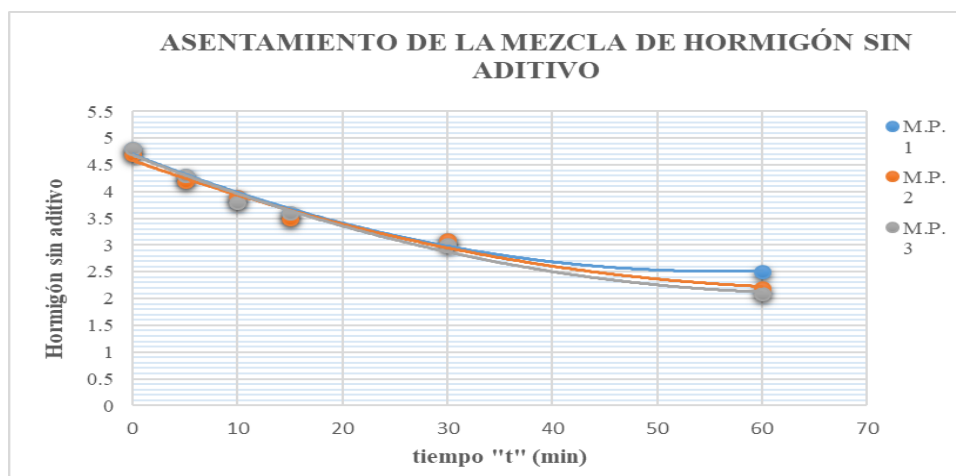
ASENTAMIENTO EN LA MEZCLA CON Y SIN ADITIVO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Tabla D.1. Asentamiento de la mezcla de hormigón sin aditivos

Hormigón sin aditivo				
Tiempo (min)	Asentamiento (cm)			
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Promedio
0	4.8	4.7	4.8	4.8
5	4.3	4.2	4.3	4.3
10	3.9	3.9	3.8	3.9
15	3.6	3.5	3.6	3.6
30	3.1	3.1	3	3.1
60	2.5	2.2	2.1	2.3

Grafica D.1. Asentamiento de la mezcla de hormigón sin aditivos

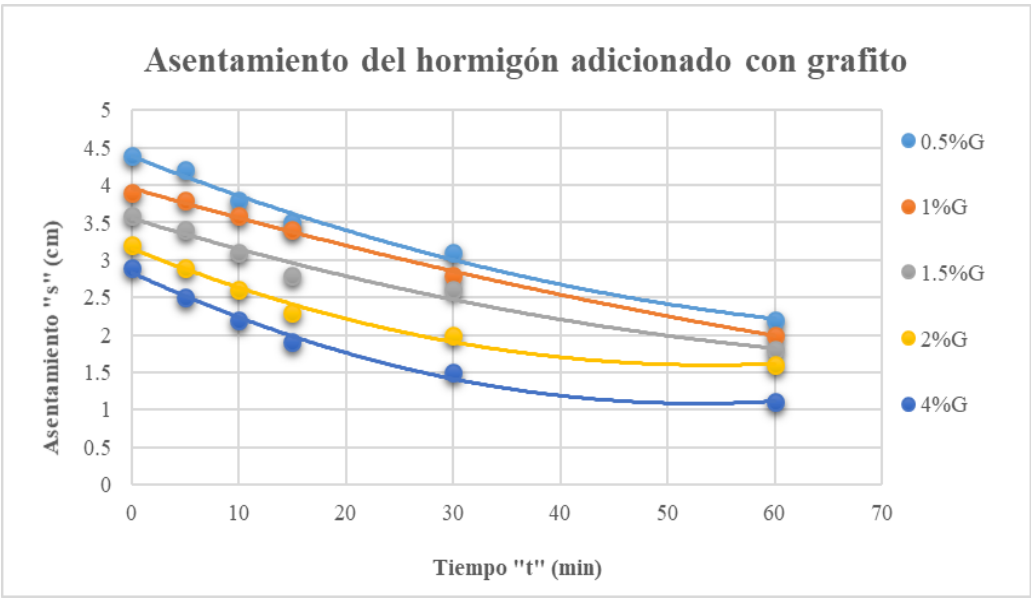


Cemento portland IP-30 M.P.1	$S = 0.0007*(t)^2 - 0.0783*(t) + 4.7003$ $R^2 = 0.988$
Cemento portland IP-30 M.P.2	$S = 0.0007*(t)^2 - 0.0741*(t) + 4.5998$ $R^2 = 0.984$
Cemento portland IP-30 M.P.3	$S = 0.0006*(t)^2 - 0.0796*(t) + 4.6905$ $R^2 = 0.987$

Tabla D.2. Asentamiento de la mezcla de hormigón adicionada con diferentes porcentajes de grafito

Mezcla de hormigón con aditivo					
Tiempo (min)	Asentamiento (cm)				
	Porcentaje adicionado de grafito				
	0.50%	1%	1.50%	2%	4%
0	4.4	3.9	3.6	3.2	2.9
5	4.2	3.8	3.4	2.9	2.5
10	3.8	3.6	3.1	2.6	2.2
15	3.5	3.4	2.8	2.3	1.9
30	3.1	2.8	2.6	2	1.5
60	2.2	2	1.8	1.6	1.1

Grafica 2. Asentamiento de la mezcla de hormigón adicionada con diferentes porcentajes de grafito

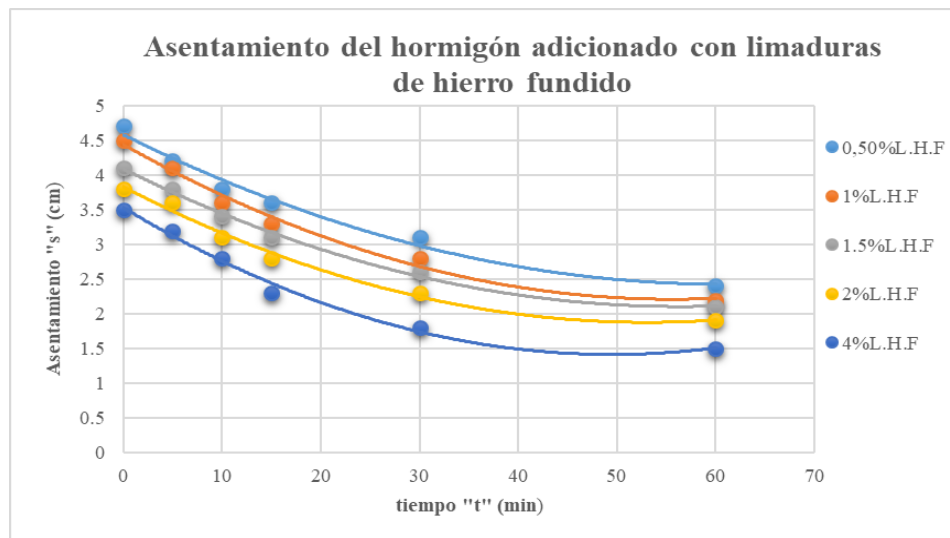


0.5 % de Grafito	$S = 0.0003*(t)^2 - 0.0561*(t)+ 4.387$ $R^2 = 0.989$
1 % de Grafito	$S = 0.0001*(t)^2 - 0.0411*(t)+ 3.961$ $R^2 = 0.996$
1.5 % de Grafito	$S = 0.0002*(t)^2 - 0.0434*(t)+ 3.5563$ $R^2 = 0.976$
2 % de Grafito	$S = 0.0005*(t)^2 - 0.0577*(t)+ 3.1556$ $R^2 = 0.986$
4 % de Grafito	$S = 0.0006*(t)^2 - 0.0662*(t)+ 2.834$ $R^2 = 0.990$

Tabla D.3. Asentamiento de la mezcla de hormigón adicionada con diferentes porcentajes de limaduras de hierro fundido

Mezcla de hormigón con aditivo					
Tiempo (min)	Asentamiento (cm)				
	Porcentaje adicionado con limaduras de hierro fundido				
	0.50%	1%	1.50%	2%	4%
0	4.7	4.5	4.1	3.8	3.5
5	4.2	4.1	3.8	3.6	3.2
10	3.8	3.6	3.4	3.1	2.8
15	3.6	3.3	3.1	2.8	2.3
30	3.1	2.8	2.6	2.3	1.8
60	2.4	2.2	2.1	1.9	1.5

Grafica D.3. Asentamiento de la mezcla de hormigón adicionada con diferentes porcentajes de limaduras de hierro fundido



0.5 % Limaduras de hierro fundido	$S = 0.0006*(t)^2 - 0.0707*(t) + 4.5791$ $R^2 = 0.985$
1 % Limaduras de hierro fundido	$S = 0.0007*(t)^2 - 0.0802*(t) + 4.4379$ $R^2 = 0.988$
1.5 % limadurasde hierro fundido	$S = 0.0006*(t)^2 - 0.0704*(t) + 4.0864$ $R^2 = 0.995$
2 % Limaduras de hierro fundido	$S = 0.0007*(t)^2 - 0.0737*(t) + 3.8291$ $R^2 = 0.989$
4 % Limaduras de hierro fundido	$S = 0.0009*(t)^2 - 0.0855*(t) + 3.5287$ $R^2 = 0.989$



PESO ESPECÍFICO DEL HORMIGÓN CON Y SIN ADITIVO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Tabla D.4. Peso volumétrico de probetas cilíndricas sin aditivo

N° Probeta	Diámetro "D" (m)	Altura "h" (m)	Peso "w" (kg)	Peso específico (kg/m ³)
P.P.1	0.15	0.3	12.61	2376.71
P.P.2	0.15	0.3	12.60	2376.71
P.P.3	0.15	0.3	12.62	2376.71
P.P.4	0.15	0.3	12.61	2378.60
P.P.5	0.15	0.3	12.63	2378.60
P.P.6	0.15	0.3	12.60	2378.60
P.P.7	0.15	0.3	12.63	2380.49
P.P.8	0.15	0.3	12.61	2380.49
P.P.9	0.15	0.3	12.60	2382.37
P.P.10	0.15	0.3	12.62	2382.37
Promedio				2379.17
Desviación				2.08

Tabla D.5. Peso volumétrico de probetas prismáticas (vigas) sin aditivo

N° Probeta	Base "a" (m)	Altura "h" (m)	Longitud "L" (m)	Peso "w" (kg)	Peso específico (kg/m ³)
P.P.1	0.15	0.15	0.55	29.52	2385.45
P.P.2	0.15	0.15	0.55	29.54	2384.23
P.P.3	0.15	0.15	0.55	29.56	2384.40
P.P.4	0.15	0.15	0.55	29.52	2384.26
P.P.5	0.15	0.15	0.55	29.53	2386.26
P.P.6	0.15	0.15	0.55	29.54	2384.12
P.P.7	0.15	0.15	0.55	29.52	2385.45

P.P.8	0.15	0.15	0.55	29.51	2384.65
P.P.9	0.15	0.15	0.55	29.55	2383.98
P.P.10	0.15	0.15	0.55	29.53	2385.12
				Promedio	2384.79
				Desviación	0.71

Tabla D.6. Peso volumétrico de probetas cilíndricas adicionadas con grafito

N° Probeta	Porcentaje de adición (%)	Diámetro "D" (m)	Altura "h" (m)	Peso "w" (kg)	Peso específico (kg/m ³)	Promedio
P.G.1	0.50	0.15	0.30	12.62	2380.49	2383.32
P.G.2		0.15	0.30	12.64	2384.26	
P.G.3		0.15	0.30	12.63	2382.37	
P.G.4		0.15	0.30	12.65	2386.15	
P.G.5	1.00	0.15	0.30	12.66	2388.03	2386.62
P.G.6		0.15	0.30	12.64	2384.26	
P.G.7		0.15	0.30	12.66	2388.03	
P.G.8		0.15	0.30	12.65	2386.15	
P.G.9	1.50	0.15	0.30	12.68	2391.80	2392.28
P.G.10		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.G.11		0.15	0.30	12.67	2389.92	
P.G.12		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.G.13	2.00	0.15	0.30	12.70	2395.58	2392.75
P.G.14		0.15	0.30	12.68	2391.80	
P.G.15		0.15	0.30	12.67	2389.92	
P.G.16		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.G.17	4.00	0.15	0.30	12.70	2395.58	2393.22
P.G.18		0.15	0.30	12.68	2391.80	
P.G.19		0.15	0.30	12.68	2391.80	
P.G.20		0.15	0.30	12.69	2393.69	

Tabla D.7. Peso volumétrico de probetas prismáticas adicionadas con grafito

N° Probeta	Porcentaje de adición (%)	Base "a" (m)	Altura "h" (m)	Longitud "L" (m)	Peso "w" (kg)	Peso específico (kg/m ³)	Promedio
P.G.1	0.50	0.15	0.15	0.55	29.51	2384.65	2385.25
P.G.2		0.15	0.15	0.55	29.50	2383.84	
P.G.3		0.15	0.15	0.55	29.52	2385.45	
P.G.4		0.15	0.15	0.55	29.54	2387.07	

P.G.5	1.00	0.15	0.15	0.55	29.53	2386.26	2388.28
P.G.6		0.15	0.15	0.55	29.56	2388.69	
P.G.7		0.15	0.15	0.55	29.57	2389.49	
P.G.8		0.15	0.15	0.55	29.56	2388.69	
P.G.9	1.50	0.15	0.15	0.55	29.59	2391.11	2391.72
P.G.10		0.15	0.15	0.55	29.61	2392.73	
P.G.11		0.15	0.15	0.55	29.58	2390.30	
P.G.12		0.15	0.15	0.55	29.61	2392.73	
P.G.13	2.00	0.15	0.15	0.55	29.59	2391.11	2391.92
P.G.14		0.15	0.15	0.55	29.63	2394.34	
P.G.15		0.15	0.15	0.55	29.56	2388.69	
P.G.16		0.15	0.15	0.55	29.62	2393.54	
P.G.17	4.00	0.15	0.15	0.55	29.62	2393.54	2392.12
P.G.18		0.15	0.15	0.55	29.63	2394.34	
P.G.19		0.15	0.15	0.55	29.59	2391.11	
P.G.20		0.15	0.15	0.55	29.57	2389.49	

Tabla D.8. Peso específico de probetas cilíndricas con limaduras de hierro fundido

N° Probeta	Porcentaje de adición (%)	Diametro "D" (m)	Altura "h" (m)	Peso "w" (kg)	Peso específico (kg/m ³)	Promedio
P.H.1	0.50	0.15	0.30	12.68	2391.80	2390.86
P.H.2		0.15	0.30	12.67	2389.92	
P.H.3		0.15	0.30	12.67	2389.92	
P.H.4		0.15	0.30	12.68	2391.80	
P.H.5	1.00	0.15	0.30	12.69	2393.69	2393.69
P.H.6		0.15	0.30	12.70	2395.58	
P.H.7		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.H.8		0.15	0.30	12.68	2391.80	
P.H.9	1.50	0.15	0.30	12.70	2395.58	2394.16
P.H.10		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.H.11		0.15	0.30	12.67	2389.92	
P.H.12		0.15	0.30	12.71	2397.46	
P.H.13	2.00	0.15	0.30	12.7	2395.58	2394.63
P.H.14		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.H.15		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.H.16		0.15	0.30	12.7	2395.58	
P.H.17	4.00	0.15	0.30	12.69	2393.69	2395.11
P.H.18		0.15	0.30	12.69	2393.69	
P.H.19		0.15	0.30	12.7	2395.58	
P.H.20		0.15	0.30	12.71	2397.46	

Tabla D.9. Peso específico de probetas prismáticas adicionadas con limaduras de hierro

N° Probeta	Porcentaje de adición (%)	Base "a" (m)	Altura "h" (m)	Longitud "L" (m)	Peso "w" (kg)	Peso específico (kg/m ³)	Promedio
P.H.1	0.50	0.15	0.15	0.55	29.62	2393.54	2391.11
P.H.2		0.15	0.15	0.55	29.59	2391.11	
P.H.3		0.15	0.15	0.55	29.57	2389.49	
P.H.4		0.15	0.15	0.55	29.58	2390.30	
P.H.5	1.00	0.15	0.15	0.55	29.64	2395.15	2395.15
P.H.6		0.15	0.15	0.55	29.65	2395.96	
P.H.7		0.15	0.15	0.55	29.63	2394.34	
P.H.8		0.15	0.15	0.55	29.64	2395.15	
P.H.9	1.50	0.15	0.15	0.55	29.66	2396.77	2395.35
P.H.10		0.15	0.15	0.55	29.63	2394.34	
P.H.11		0.15	0.15	0.55	29.65	2395.96	
P.H.12		0.15	0.15	0.55	29.63	2394.34	
P.H.13	2.00	0.15	0.15	0.55	29.66	2396.77	2395.96
P.H.14		0.15	0.15	0.55	29.66	2396.77	
P.H.15		0.15	0.15	0.55	29.67	2397.58	
P.H.16		0.15	0.15	0.55	29.61	2392.73	
P.H.17	4.00	0.15	0.15	0.55	29.65	2395.96	2396.16
P.H.18		0.15	0.15	0.55	29.66	2396.77	
P.H.19		0.15	0.15	0.55	29.64	2395.15	
P.H.20		0.15	0.15	0.55	29.66	2396.77	

ANEXO E

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS ASTM C 39



RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON Y SIN ADITIVO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Probetas cilíndricas sin aditivo

Probeta N°	Fecha de preparación	Fecha de rotura	Edad	Dimensiones (cm)		Peso (kg)	Carga máxima aplicada		Resistencia a compresión		Resistencia promedio	
				Diámetro "d"	Altura "h"		(KN)	(N)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
P.P.1	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.61	529.7	529700	29.97	305.55	29.99	305.70
P.P.2	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.60	532.6	532600	30.14	307.23		
P.P.3	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.62	529.2	529200	29.95	305.27		
P.P.4	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.61	530.3	530300	30.01	305.90		
P.P.5	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.63	530.1	530100	30.00	305.79		
P.P.6	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.60	532.8	532800	30.15	307.34		
P.P.7	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.63	529.5	529500	29.96	305.44		
P.P.8	23/7/2019	20/8/2019	28	0.15	0.3	12.61	528.2	528200	29.89	304.69		
P.P.9	24/7/2019	21/8/2019	28	0.15	0.3	12.60	527.6	527600	29.86	304.34		
P.P.10	24/7/2019	21/8/2019	28	0.15	0.3	12.62	529.6	529600	29.97	305.50		

Probetas adicionadas con grafito

Probeta N°	Porcentaje de adición (%)	Fecha de preparación	Fecha de rotura	Edad	Dimensiones (mm)		Peso (kg)	Carga máxima aplicada		Resistencia a compresión		Resistencia promedio	
					Diámetro "d"	Altura "h"		(KN)	(N)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
P.G.1	0.50	25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.62	550.20	550200	31.13	317.38	31.07	316.69
P.G.2		25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.64	548.30	548300	31.03	316.28		
P.G.3		25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.63	546.40	546400	30.92	315.19		
P.G.4		25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.65	551.10	551100	31.19	317.90		
P.G.5	1.00	25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.66	580.80	580800	32.87	335.03	32.81	334.47
P.G.6		25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.64	579.60	579600	32.80	334.34		
P.G.7		25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.66	577.60	577600	32.69	333.19		
P.G.8		25/7/2019	22/8/2019	28	150	300	12.65	581.30	581300	32.89	335.32		
P.G.9	1.50	26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.68	612.80	612800	34.68	353.49	34.59	352.62
P.G.10		26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.69	611.90	611900	34.63	352.97		
P.G.11		26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.67	609.80	609800	34.51	351.76		
P.G.12		26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.69	610.70	610700	34.56	352.28		
P.G.13	2.00	26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.70	613.70	613700	34.73	354.01	34.62	352.88
P.G.14		26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.68	609.80	609800	34.51	351.76		
P.G.15		26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.67	612.70	612700	34.67	353.43		
P.G.16		26/7/2019	23/8/2019	28	150	300	12.69	610.80	610800	34.56	352.34		
P.G.17	4.00	30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.70	614.10	614100	34.75	354.24	34.66	353.36
P.G.18		30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.68	613.30	613300	34.71	353.78		
P.G.19		30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.68	610.20	610200	34.53	351.99		
P.G.20		30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.69	612.70	612700	34.67	353.43		

Probetas adicionadas con limaduras de hierro fundido

Probeta N°	Porcentaje de adición (%)	Fecha de preparación	Fecha de rotura	Edad	Dimensiones (mm)		Peso (kg)	Carga máxima aplicada		Resistencia a compresión		Resistencia promedio	
					Diámetro "d"	Altura "h"		(KN)	(N)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
P.H.1	0.50	30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.68	601.80	601800	34.05	347.14	33.92	345.77
P.H.2		30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.67	599.70	599700	33.94	345.93		
P.H.3		30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.67	598.90	598900	33.89	345.47		
P.H.4		30/7/2019	27/8/2019	28	150	300	12.68	597.30	597300	33.80	344.55		
P.H.5	1.00	31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.69	618.70	618700	35.01	356.89	34.91	355.83
P.H.6		31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.70	616.20	616200	34.87	355.45		
P.H.7		31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.69	615.20	615200	34.81	354.87		
P.H.8		31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.68	617.30	617300	34.93	356.09		
P.H.9	1.50	31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.70	620.50	620500	35.11	357.93	35.02	356.95
P.H.10		31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.69	617.80	617800	34.96	356.37		
P.H.11		31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.67	619.50	619500	35.06	357.36		
P.H.12		31/7/2019	28/8/2019	28	150	300	12.71	617.40	617400	34.94	356.14		
P.H.13	2.00	1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.70	620.50	620500	35.11	357.93	35.08	357.59
P.H.14		1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.69	618.40	618400	34.99	356.72		
P.H.15		1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.69	621.10	621100	35.15	358.28		
P.H.16		1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.70	619.60	619600	35.06	357.41		
P.H.17	4.00	1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.69	621.90	621900	35.19	358.74	35.12	357.98
P.H.18		1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.69	619.30	619300	35.05	357.24		
P.H.19		1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.70	622.80	622800	35.24	359.26		
P.H.20		1/8/2019	29/8/2019	28	150	300	12.71	618.30	618300	34.99	356.66		

ANEXO F

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS ASTM C 78



RESISTENCIA A FLEXIÓN CON Y SIN ADITIVO

Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales	
Procedencia: Charajas - Planta de aridos SEDECA	Laboratorista: Briner Duchén Guerrero
Materia: Proyecto de grado II	Fecha: 14-10-2019

Probetas prismáticas sin aditivo

Probeta N°	Fecha de preparación	Fecha de rotura	Edad	Dimensiones (mm)			Peso (kg)	Carga máxima aplicada		Resistencia a compresión		Resistencia promedio	
				Base "b"	Altura "h"	Longitud "l"		(KN)	(N)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
P.P.1	1/8/2019	29/8/2019	28	150	150	455	29.52	25.4	25400	3.42	34.91	3.44	35.06
P.P.2	1/8/2019	29/8/2019	28	150	150	455	29.54	25.7	25700	3.46	35.32		
P.P.3	1/8/2019	29/8/2019	28	150	150	455	29.56	24.8	24800	3.34	34.08		
P.P.4	1/8/2019	29/8/2019	28	150	150	455	29.52	24.3	24300	3.28	33.39		
P.P.5	2/8/2019	30/8/2019	28	150	150	455	29.53	26.1	26100	3.52	35.87		
P.P.6	2/8/2019	30/8/2019	28	150	150	455	29.54	24.5	24500	3.30	33.67		
P.P.7	2/8/2019	30/8/2019	28	150	150	455	29.52	26.2	26200	3.53	36.01		
P.P.8	2/8/2019	30/8/2019	28	150	150	455	29.51	25.7	25700	3.46	35.32		
P.P.9	2/8/2019	30/8/2019	28	150	150	455	29.55	26.3	26300	3.55	36.14		
P.P.10	2/8/2019	30/8/2019	28	150	150	455	29.53	26.1	26100	3.52	35.87		

Probetas primaticas con grafito

Probeta N°	Porcentaje de adición (%)	Fecha de preparación	Fecha de rotura	Edad	Dimensiones (mm)			Peso (kg)	Carga máxima aplicada		Resistencia a compresión		Resistencia promedio	
					Base "b"	Altura "h"	Longitud "l"		(KN)	(N)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
P.G.1	0.50	6/8/2019	3/9/2019	28	150	150	455	29.51	27.5	27500	3.71	37.79	3.70	37.72
P.G.2		6/8/2019	3/9/2019	28	150	150	455	29.50	26.5	26500	3.57	36.42		
P.G.3		6/8/2019	3/9/2019	28	150	150	455	29.52	27.4	27400	3.69	37.65		
P.G.4		6/8/2019	3/9/2019	28	150	150	455	29.54	28.4	28400	3.83	39.03		
P.G.5	1.00	7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.53	33.3	33300	4.49	45.76	4.49	45.73
P.G.6		7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.56	32.5	32500	4.38	44.66		
P.G.7		7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.57	34.1	34100	4.60	46.86		
P.G.8		7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.56	33.2	33200	4.48	45.63		
P.G.9	1.50	7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.59	36.5	36500	4.92	50.16	4.93	50.26
P.G.10		7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.61	37.1	37100	5.00	50.98		
P.G.11		7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.58	36.8	36800	4.96	50.57		
P.G.12		7/8/2019	4/9/2019	28	150	150	455	29.61	35.9	35900	4.84	49.34		
P.G.13	2.00	8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.59	36.7	36700	4.95	50.44	5.00	50.95
P.G.14		8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.63	37.2	37200	5.02	51.12		
P.G.15		8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.56	36.2	36200	4.88	49.75		
P.G.16		8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.62	38.2	38200	5.15	52.50		
P.G.17	4.00	8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.62	38.1	38100	5.14	52.36	5.09	51.91
P.G.18		8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.63	37.1	37100	5.00	50.99		
P.G.19		8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.59	37.3	37300	5.03	51.26		
P.G.20		8/8/2019	5/9/2019	28	150	150	455	29.57	38.6	38600	5.20	53.05		

Probetas prismáticas con limaduras de hierro fundido

Probeta N°	Porcentaje de adición (%)	Fecha de preparación	Fecha de rotura	Edad	Dimensiones (mm)			Peso (kg)	Carga máxima aplicada		Resistencia a compresión		Resistencia promedio	
					Base "b"	Altura "h"	Longitud "l"		(KN)	(N)	(MPa)	(Kg/cm ²)	(MPa)	(Kg/cm ²)
P.G.1	0.50	9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.62	33.8	33800	4.56	46.45	4.43	45.18
P.G.2		9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.59	31.7	31700	4.27	43.56		
P.G.3		9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.57	33.5	33500	4.52	46.04		
P.G.4		9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.58	32.5	32500	4.38	44.66		
P.G.5	1.00	9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.64	38.1	38100	5.14	52.36	5.08	51.74
P.G.6		9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.65	37.3	37300	5.03	51.26		
P.G.7		9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.63	36.8	36800	4.96	50.57		
P.G.8		9/8/2019	6/9/2019	28	150	150	455	29.64	38.4	38400	5.18	52.77		
P.G.9	1.50	10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.66	38.2	38200	5.15	52.50	5.11	52.12
P.G.10		10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.63	37.4	37400	5.04	51.40		
P.G.11		10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.65	37.6	37600	5.07	51.67		
P.G.12		10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.63	38.5	38500	5.19	52.91		
P.G.13	2.00	10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.66	39.6	39600	5.34	54.42	5.20	52.98
P.G.14		10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.66	38.6	38600	5.20	53.05		
P.G.15		10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.67	37.9	37900	5.11	52.08		
P.G.16		10/8/2019	7/9/2019	28	150	150	455	29.61	38.1	38100	5.14	52.36		
P.G.17	4.00	13/8/2019	10/9/2019	28	150	150	455	29.65	39.6	39600	5.34	54.42	5.24	53.39
P.G.18		13/8/2019	10/9/2019	28	150	150	455	29.66	38.7	38700	5.22	53.18		
P.G.19		13/8/2019	10/9/2019	28	150	150	455	29.64	39.6	39600	5.34	54.42		
P.G.20		13/8/2019	10/9/2019	28	150	150	455	29.66	37.5	37500	5.06	51.53		

ANEXO G

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón sin aditivo		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Mone da: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo tota
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.01	462.08
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					551.60
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra:					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos Generales 10% (1+2+3)					114.573
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					126.030
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					42.838
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1429.17

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 0.5% de grafito		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.01	462.08
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Grafito	kg	12.16	10.00	121.60
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					673.20
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos Generales 10% (1+2+3)					126.733
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					139.406
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					47.384
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1580.85

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 1% de grafito		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m ³		Mone da: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo tota
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.01	462.08
2	Grava común	m ³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m ³	0.32	120.75	38.64
5	Grafito	kg	24.31	10.00	243.10
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					794.70
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra:					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total e equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					138.883
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					152.771
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					51.927
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1732.41

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 1.5% de grafito		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.01	462.08
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Grafito	kg	36.47	10.00	364.70
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					916.30
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					151.043
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					166.147
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					56.473
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1884.09

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 2% de grafito		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.01	462.08
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Grafito	kg	48.62	10.00	486.20
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					1037.80
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total del mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					163.193
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					179.512
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					61.016
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					2035.65

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 4% de grafito		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo tota
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.01	462.08
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Grafito	kg	97.25	10.00	972.50
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					1524.10
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14,94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total e equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					211.823
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					233.005
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					79.198
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					2642.26

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 0.5% de limaduras de hierro fundido		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripcion		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento portland	kg	457.5	1.11	507.83
2	Grava comun	m3	0.36	120.75	43.47
3	Arena comun	m3	0.32	120.75	38.64
5	Limaduras de hierro fundido	kg	12.16	0.10	1.22
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					598.57
2. MANO DE OBRA					
Descripcion		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del Sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripcion		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					119.269
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					131.196
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					44.594
TOTAL ITEM PRECIO UNITARIO					1487.75

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 1% de limaduras de hierro fundido		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.11	507.83
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Limaduras de hierro fundido	kg	24.31	0.10	2.43
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					599.78
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de la mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					119.391
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					131.330
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					44.639
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1489.27

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 1.5% de limaduras de hierro fundido		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.11	507.83
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Limaduras de hierro fundido	kg	36.47	0.10	3.65
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					601.00
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del Sub Total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					119.513
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					131.464
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					44.685
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1490.79

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 2% de limaduras de hierro fundido		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Moneda: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.11	507.83
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Limaduras de hierro fundido	kg	48.62	0.10	4.86
7	Agua	lt	185.35	0.04	7.41
Total materiales					602.21
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos generales 10% (1+2+3)					119.634
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					131.597
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					44.730
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1492.30

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Proyecto: Análisis de concretos con micro y nano materiales de alta resistencia con aplicación en pavimentos viales					
Actividad: Hormigón con 4% de limaduras de hierro fundido		Cantidad: 1.00		Actividad N°	
Unidad: m³		Mone da: Bs		1	
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Cemento Portland	kg	457.5	1.11	507.83
2	Grava común	m³	0.36	120.75	43.47
3	Arena común	m³	0.32	120.75	38.64
5	Limaduras de hierro fundido	kg	97.25	0.10	9.73
7	Agua	lt	185.35	0.06	11.12
Total materiales					610.78
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Albañil	hr	8	15.25	122
2	Ayudante	hr	17	10.5	178.5
3	Encofrador	hr	0	20.5	0
4	Armador	hr	0	20.5	0
Subtotal mano de obra:					300.5
Cargas sociales 55% del sub total de mano de obra					165.28
Impuestos IVA M.O. = 14.94% (del sub total de mano de obra + cargas sociales)					69.59
Total mano de obra					535.4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad o rendimiento	Precio unitario	Costo total
1	Mezcladora	hr	1	20	20
2	Vibradora	hr	0.8	15	12
Herramientas menores 5 % de la mano de obra					26.768
Total equipo, maquinaria y herramientas					58.768
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
Gastos Generales 10% (1+2+3)					120.491
5. UTILIDAD					
Utilidad 10% (1+2+3+4)					132.540
6. IMPUESTOS					
Impuestos I. T. 3.09% (1+2+3+4+5)					45.050
TOTAL ÍTEM PRECIO UNITARIO					1502.99

ANEXO H

ANÁLISIS MICROSCÓPICO DEL DIÁMETRO DE PARTÍCULA DE LOS ADITIVOS



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
LABORATORIO DE SUELOS

Campus "El Tejar" - Tel. 591-4-6643121 - Casilla 51 - Tarija - Bolivia

INFORME DE LABORATORIO
ANALISIS MICROSCOPICO

NOMBRE: Brinrer Duchén Guerrero

DIRECCION: Barrio: Fátima Av: Jaime Paz

MUESTRA:

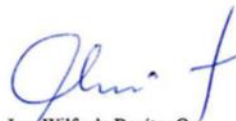
1. Grafito – Nano Material
2. Limadura de Hierro Fundido

RESULTADO DEL ENSAYO

Nº	IDENTIFICACION	TAMAÑO DE PARTICULA PROMEDIO
1	Grafito	2773 nm
2	Limadura de Hierro Fundido	43,80 µm

Tarija, 10 de Octubre del 2019



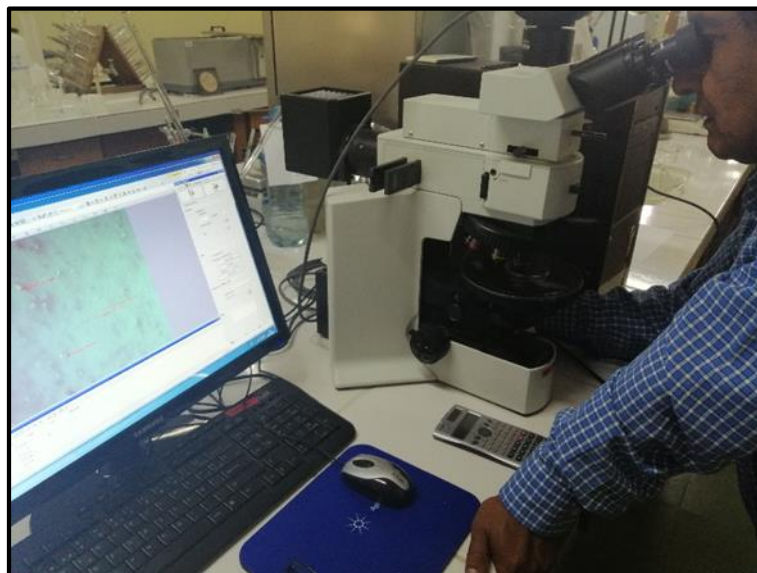

Ing. Wilfredo Benítez O.
Encargado de Laboratorio

Cc: Arch.


Ing. Pablo Montaña Z.
Técnico

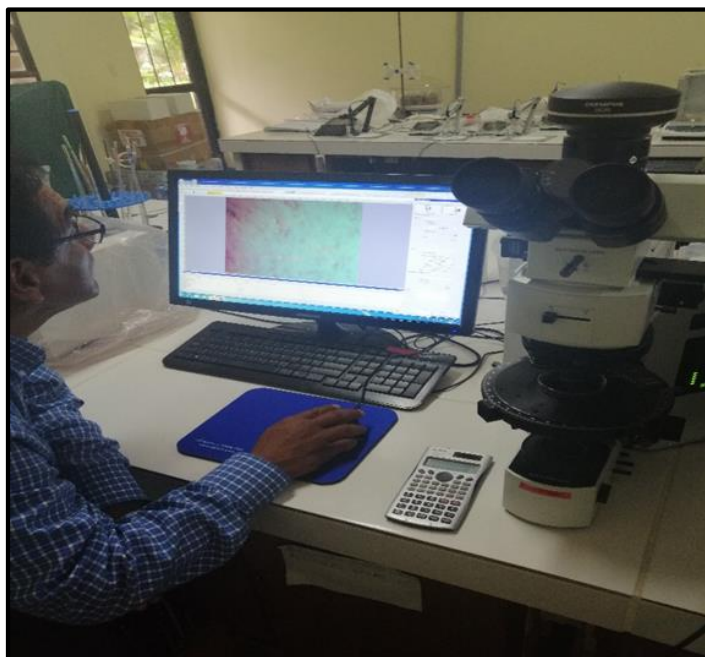
INFORME ANALÍTICO FOTOGRÁFICO MEDIANTE MICROSCOPIO

Figura H.1. Análisis microscópico



Fuente: Elaboración propia

Figura H.1. Análisis de los micro y nano materiales



Fuente: Elaboración propia