

ELABORACIÓN DE CONCRETO A PARTIR DE MATERIAL DE
ESCOMBROS DE CONCRETO

TRABAJO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
TECNÓLOGO EN OBRAS CIVILES

DIRECTOR:
ING. CARLOS AUGUSTO MONTOYA B.

PRESENTADO POR:
JOSÉ LUÍS ROJAS RAMÍREZ
CC: 1.115.086.159
JULIÁN ELCÍBER BERRÍO MUTIZ
CC: 1.114.456.504

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES
TRABAJO DE GRADO
BUGA – VALLE
2019

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
TEMA.....	6
PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	7
ALCANCE.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	8
BENEFICIOS.....	8
CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS.....	9
GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL.....	9
DENSIDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL.....	10
GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL.....	11
DESGASTE, CARAS LISAS Y FRACTURADAS - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL.....	12
GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO GRUESO RECICLADO DE CONCRETO.....	13
DENSIDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO RECICLADO DE CONCRETO.....	14
GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO RECICLADO DE CONCRETO.....	15
DESGASTE GRUESO RECICLADO DE CONCRETO.....	16
GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO FINO - ARENA.....	17
DENSIDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO - ARENA.....	18
GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO - ARENA.....	19
CEMENTO - CEMEX.....	19
RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE GRADACIÓN Y CALIDAD DEL MATERIAL..	20

DISEÑO DE MEZCLA	21
ASENTAMIENTO	21
100% AGREGADO GRUESO NATURAL	22
100% AGREGADO GRUESO RECICLADO.....	24
75% AGREGADO GRUESO RECICLADO.....	26
50% AG. RECICLADO 50% AG. NATURAL.....	28
ENSAYOS DE COMPRESIÓN	30
GRÁFICA COMPARATIVA (MPa).....	31
CONCLUSIONES.....	32
MATERIAL FOTOGRÁFICO Y EQUIPOS DE LABORATORIO.....	33
MARCO DE REFERENCIA	38
MARCO CONCEPTUAL.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	43



UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

AGRADECIMIENTOS

A los Asesores: Ingenieros Carlos Augusto Montoya B. y Luis Fernando Marín Londoño, a al Dr. Gustavo Jaramillo, Director del Programa de Tecnología en Obras Civiles, al personal de laboratorio de suelos: Geotécnicos Carmen Eugenia Hoyos y Rubén Darío Ortega Cárdenas, quienes nos colaboraron mucho durante la investigación; como también a la familias de los integrantes de este grupo de trabajo.

Un agradecimiento a todos los profesores nuestros que siempre estuvieron dispuestos a colaborar, brindándonos todo el apoyo necesario.

También hay que agradecerle al personal de CAT de Buga, por el buen servicio que nos prestó a lo largo de la carrera.

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

RESUMEN

La investigación recoge el estudio experimental sobre el comportamiento mecánico del concreto elaborado con áridos gruesos reciclados de escombros de concreto, procedente de vigas y columnas de desecho generadas dentro del propio proceso de fabricación, demolición y remodelación de casas o edificios.

La presente investigación parte del punto ecológico de disminuir la cantidad final de residuos de construcción y demolición que se producen a lo largo de las ciudades.

La investigación se planteó en tres diferentes fases.

En la primera fase se analizan las propiedades de los materiales a utilizar, en especial los áridos gruesos reciclados de escombros de concreto, como componente para la elaboración de concretos estructurales.

La segunda fase, consta del diseño de mezcla, la elaboración del concreto y la toma de muestras de cilindros de concreto para los ensayos en el laboratorio, bajo las propiedades de resistencia a compresión, absorción y densidad. Se han tomado como variables la sustitución de porcentajes en los áridos gruesos naturales y reemplazándolos por áridos RCD en un 50%, 75% y 100% del peso, de los cuales cada uno de ellos se constituirá como un ensayo. Los cilindros serán de 10x20 cm y se tomarán 24 muestras en total.

La tercera parte se hace el análisis de los resultados, el resumen de la investigación y una vez concluido, las posibles utilidades con los áridos reciclados.

INTRODUCCIÓN

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo, en consecuencia los residuos de concreto son unas de las principales fuentes de residuos en el mundo. El alto volumen de residuos de construcción y demolición constituye un problema ambiental grave, de ahí llega la investigación de nuevos métodos para la obtención de concretos a partir de materiales residuales, conservando sus propiedades físico mecánicas (resistencia, elasticidad, durabilidad e impermeabilidad), convirtiéndose así en un objetivo primordial para los directivos de la industria de la construcción, con el fin de lograr su sostenibilidad ambiental.

Todos conocen el impacto ambiental que causa la fabricación del concreto en su entorno especialmente por el origen de los agregados que lo conforman los cuales se obtienen a partir de fuentes naturales no renovables, (lechos de río, laderas y zonas montañosas) cuyo deterioro amenaza la proliferación de la fauna y flora responsable de la retención y regulación de las fuentes de agua y el equilibrio ambiental del planeta. Por ello se plantean alternativas para aprovechar la variedad de residuos generados y mitigar sus efectos negativos al medio ambiente.

TEMA

Elaboración, análisis y comparación de concreto con agregados reciclados (escombros de concreto).

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Preparar concreto con base en áridos gruesos obtenidos de escombros de concreto como material reciclado para la elaboración de concreto estructural para viviendas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un concreto con áridos gruesos reciclados (escombro de concreto, RCD) que puede llegar a ser una alternativa ecológica, económica y factible consiguiendo una resistencia de por lo menos 21MPa.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Analizar y comprender las propiedades de los áridos gruesos reciclados que se obtienen del escombro de concreto
- Determinar si el concreto reciclado cumple con la NSR 10 - Título C y NTC 673 de resistencia y compresión.
- Concluir que dosificación es más viable al final de la investigación.

ALCANCE

Este proyecto tiene una gran acogida, ya que no sólo se limita a la fabricación de viviendas y carreteras, sino que se vincula con cualquier obra civil, que requiera un material tanto económico como ecológico fácil de hallar y reciclar en las grande ciudades, o en pequeñas áreas urbanas que no disponen de material de cantera ya sea por el costo de envío o la localización.

JUSTIFICACIÓN

A lo largo de la historia el hombre ha implementado nuevas fórmulas para la elaboración de concreto, cambiando sus características físico prácticas, hoy en día, las estructuras en concreto abundan en cualquier lugar o país, generando así mucha contaminación al ambiente en general, una opción renovable, es tratar los desechos de obras de demolición y darle nuevamente vida como agregados, ya sean finos o gruesos, ayudando así a la conservación del medio ambiente, ya que el deterioro es causado por la explotación de material natural virgen.

BENEFICIOS

Se debe tener en cuenta que en cuanto al aspecto ecológico, se tendría una reducción de la grava natural de los ríos y de cantera; las cuales, son utilizadas en la elaboración de concretos.

El empleo de los agregados reciclados en las obras representa un ahorro significativo en los costos, constituyéndose en una alternativa muy favorable tanto para las empresas de orden público como privado y a la comunidad en general.

En la parte estructural, se espera obtener una resistencia aceptable que se asemeje a la de un concreto ordinario, abriendo muchas posibilidades, en cuanto a las alternativas que se ofrecen en el mercado, al momento de elegir material para una obra civil; también, debe considerarse, que en la transformación del material reciclado, se cumple con los estándares establecidos por las normas legales vigentes, en esta materia, para garantizar un excelente material.

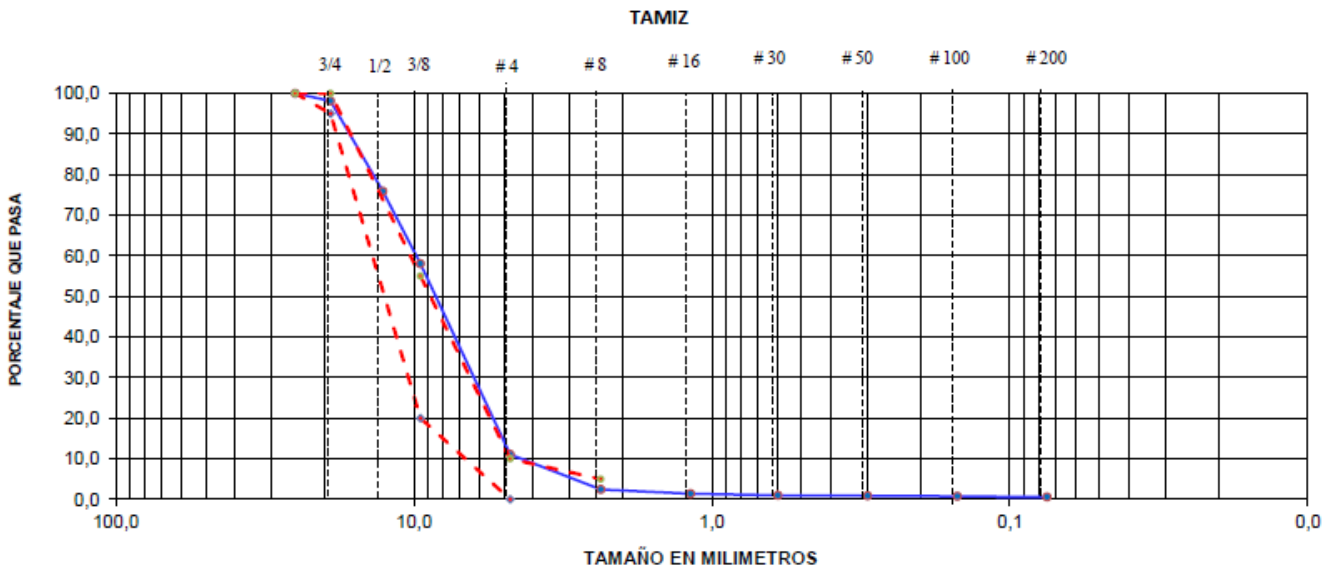
CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS

GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL

GRADACION							
Peso inicial	6728,7		Peso lavado			ESPECIFICACION	
Tamiz	Tamiz mm	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acum	% Pasa	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	25,0	0	0,0	0,0	100,0	100	100
3/4	19,05	125,2	1,9	1,9	98,1	95	100
1/2	12,7	1.498,3	22,3	24,1	75,9		
3/8	9,5	1.200,1	17,8	42,0	58,0	20	55
4	4,75	3.160,0	47,0	88,9	11,1	0	10
8	2,36	579,0	8,6	97,5	2,5	0	5
16	1,18	71,0	1,1	98,6	1,4		
30	0,6	26,3	0,4	99,0	1,0		
50	0,3	10,7	0,2	99,1	0,9		
100	0,15	8,3	0,1	99,3	0,7		
200	0,075	10,4	0,2	99,4	0,6		
pasa		39,7	0,6	100,0			
TOTAL		6729	100,0				

Límite líquido (L.L)
 Límite plástico (L.P)
 Índice plasticidad (I.P) NP
 Calsificación AASHTO
 Clasificación U.S.C GP
 MODULO DE FINURA
 % Grava 88,9
 % Arena 10,5
 % pasa No 200 0,6
 Tamaño máximo 1
 Tamaño máximo nominal 3/4
 $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1,59$
 $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0,88$

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz



DENSIDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL

DENSIDAD BULK SUELTA					
ENSAYO No		1	2	3	Promedio
Tamaño máximo nominal		3/4			
Volumen del recipiente (V)	cm ³	3211,8	3211,8		
Peso material suelto (P)	gr	5226	5246		
Peso unitario suelto = P/V	Kg/dm ³	1,627	1,633		1,630
Humedad del material %					
Densidad bulk seco suelta	Kg/dm ³				
DENSIDAD BULK COMPACTADO					
Método de compactación					
Volumen del recipiente (V)	cm ³	3211,8	3211,8		
Peso del material compactado (P)	gr	5777	5668		
Peso unitario compactado P/V	Kg/dm ³	1,799	1,765		1,782
Humedad del material %					
Densidad bulk seco compacta	Kg/dm ³				
Diametro del recipiente	cm	15,2	15,2		
Alturas del recipiente	cm	17,7	17,7		
Volumen del recipiente	cm ³	3211,8	3211,8		
Peso recipiente + material suelto	gr	12125	12244		
Peso recipiente + material compactado	gr	12676	12666		
Peso del recipiente	gr	6899	6998		

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL

ENSAYO No		1	2	3	Promedio
Temperatura de ensayo	°C				
Peso de la muestra sss	W _{sss}	gr	424,6	366	
Peso de la muestra en el agua	W _a	gr	280,2	240,1	
Peso de la muestra seca	W _s	gr	421,4	362,3	
W _s - W _a		gr	141,2	122,2	
W _{sss} - W _a		gr	144,4	125,9	
Densidad Nominal	= W _s / W _s -W _a	gr/cm ³	2,984	2,985	2,975
Densidad Aparente	= W _s / W _{sss} - W _a	gr/cm ³	2,918	2,878	2,898
Densidad Aparente SSS	= W _{sss} / W _{sss} - W _a	gr/cm ³	2,940	2,907	2,924
Absorción	= (W _{sss} - W _s / W _s) * 100	%	0,759	1,021	0,890
Peso canastilla	gr				
peso recipiente + muestra sss	gr				
peso muestra sss	gr	424,6	366		
peso canastilla + muestra en el agua	gr	331,2	291,1		
Peso canastilla en el agua	gr	51	51		
Peso muestra en el agua	gr	280,2	240,1		
Peso muestra seca + recipiente	gr				
Peso recipiente	gr				
Peso muestra seca	gr	421,4	362,3		

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO

DESGASTE, CARAS LISAS Y FRACTURADAS - AGREGADO GRUESO GRAVA NATURAL

CARAS LISAS Y FRACTURADAS		
3/4"	PESO INICIAL	125,2g
	PESO FRACTURADAS	113,2g
	PESO LISAS	12g
1/4"	PESO INICIAL	1498,3g
	PESO FRACTURADAS	404,5g
	PESO LISAS	1093,8g
3/8"	PESO INICIAL	1208,8g
	PESO FRACTURADAS	870,2g
	PESO LISAS	338,6g

CARAS PLANAS	
3/4"	34,1g
1/2"	434,1g
CARAS LARGAS	
3/4"	60,1g
1/2"	1236,6g

AGREGADO 100% NATURAL	
PRUEBAS	
GRADACION USADA	B
No DE ESFERAS	11
No DE REVOLUCIONES	500
PESO DE LA MUESTRA (Pa)	5000g
PESO DE LA MUESTRA (Pb)	2967g
PERDIDA	2033g
DESGASTE %	41%

Cuadros realizados en Excel

La norma I.N.V. E – 218 – 07 de desgastes de materiales, menores de 37.5 mm (1½") dice que los límites aceptables de perdida deben estar entre el 10% y 45% con coeficiente de variación de 4,5%. Por lo cual en material grueso 100 % natural cumple con la norma.

Cuadro realizado por: José Luis R y Julián Berrio M.
tomando información de la norma I.N.V. E – 218 – 07

GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO GRUESO RECICLADO DE CONCRETO

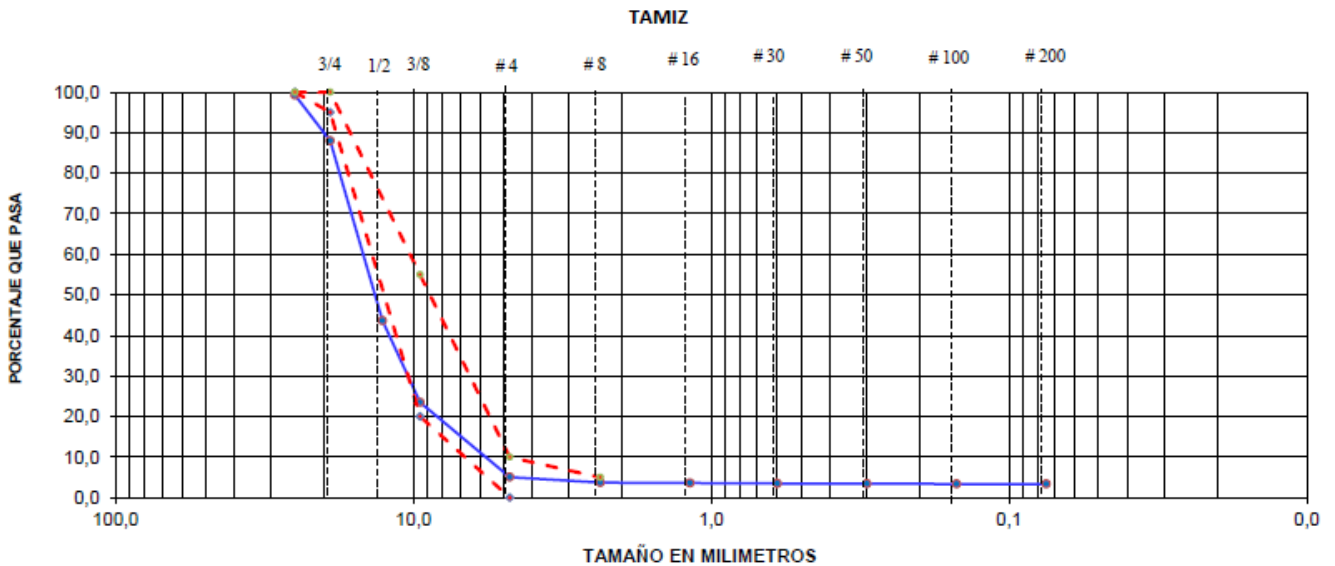
GRADACION							
Peso inicial	2000		Peso lavado			ESPECIFICACION	
Tamiz	Tamiz mm	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acum	% Pasa	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2	37,5	0	0	0	100,0		
1	25,0	14,9	0,7	0,7	99,3	100	100
3/4	19,05	239,8	12,0	12,0	88,0	95	100
1/2	12,7	887,1	44,4	56,3	43,7		
3/8	9,5	402,6	20,1	76,5	23,5	20	55
4	4,75	368,9	18,4	94,9	5,1	0	10
8	2,36	27,3	1,4	96,3	3,7	0	5
16	1,18	2,2	0,1	96,4	3,6		
30	0,6	2,0	0,1	96,5	3,5		
50	0,3	1,7	0,1	96,6	3,4		
100	0,15	0,6	0,0	96,6	3,4		
200	0,075	0,5	0,0	96,6	3,4		
pasa		67,0	3,4	100,0			
TOTAL		2000	100,0				

Límite líquido (L.L)
 Límite plástico (L.P)
 Índice plasticidad (I.P) NP
 Calsificación AASHTO
 Clasificación U.S.C SP
 MODULO DE FINURA
 % Grava 94,9
 % Arena 1,7
 % pasa No 200 3,4
 Tamaño máximo 1 1/2
 Tamaño máximo nominal 3/4

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 3,00$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1,16$$

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz



Formato de Grafica proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

DENSIDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO RECICLADO DE CONCRETO

DENSIDAD BULK SUELTA					
ENSAYO No		1	2	3	Promedio
Tamaño máximo nominal		3/4			
Volumen del recipiente (V)	cm ³	3211,8	2740,1		
Peso material suelto (P)	gr	4169	4298		
Peso unitario suelto = P/V	Kg/dm ³	1,298	1,569		1,433
Humedad del material %					
Densidad bulk seco suelta	Kg/dm ³				
DENSIDAD BULK COMPACTADO					
Método de compactación					
Volumen del recipiente (V)	cm ³	3211,8	2740,1		
Peso del material compactado (P)	gr	4954	5144		
Peso unitario compactado P/V	Kg/dm ³	1,542	1,877		1,710
Humedad del material %					
Densidad bulk seco compacta	Kg/dm ³				
Diametro del recipiente	cm	15,2	14		
Alturas del recipiente	cm	17,7	17,8		
Volumen del recipiente	cm ³	3211,8	2740,1		
Peso recipiente + material suelto	gr	11069	11198		
Peso recipiente + material compactado	gr	11854	12044		
Peso del recipiente	gr	6900	6900		

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO GRUESO RECICLADO DE CONCRETO

ENSAYO No			1	2	3	Promedio
Temperatura de ensayo		°C				
Peso de la muestra sss	Wsss	gr	306,1	323,6		
Peso de la muestra en el agua	Wa	gr	188,6	203,1		
Peso de la muestra seca	Ws	gr	303,1	320		
Ws - Wa		gr	114,5	116,9		
Wsss - Wa		gr	117,5	120,5		
Densidad Nominal	= Ws / Ws-Wa	gr/cm ³	2,647	2,737		2,692
Densidad Aparente	= Ws / Wsss - Wa	gr/cm ³	2,580	2,656		2,618
Densidad Aparente SSS	= Wsss / Wsss - Wa	gr/cm ³	2,605	2,685		2,645
Absorción	= (Wsss - Ws / Ws) * 100	%	0,990	1,125		1,057
Peso canastilla		gr				
peso recipiente + muestra sss		gr				
peso muestra sss		gr	306,1	323,6		
peso canastilla + muestra en el agua		gr	239,6	254,1		
Peso canastilla en el agua		gr	51	51		
Peso muestra en el agua		gr	188,6	203,1		
Peso muestra seca + recipiente		gr				
Peso recipiente		gr				
Peso muestra seca		gr	303,1	320		

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

DESGASTE GRUESO RECICLADO DE CONCRETO

Los ensayos desgaste fueron realizados con los materiales ya mezclados en sus dosificaciones de 100% reciclado, 75% reciclado + 25% natural y 50% reciclado + 50% natural.

La gradación usada para estos desgastes fue la B, a excepción de la dosificación 50% RCD + 50% Natural dado que se encontró un trozo de escombro que se retuvo en el tamiz de 1" por lo cual se tuvo que cambiar a la gradación A.

AGREGADO 100% RCD	
PRUEBAS	
GRADACION USADA	B
No DE ESFERAS	11
No DE REVOLUCIONES	500
PESO DE L A MUESTRA (Pa)	5000g
PESO DE L A MUESTRA (Pb)	1771g
PERDIDA	3229g
DESGASTE %	65%

AGREGADO 50% RCD + 50% NATURAL	
PRUEBAS	
GRADACION USADA	A
No DE ESFERAS	12
No DE REVOLUCIONES	500
PESO DE L A MUESTRA (Pa)	5000g
PESO DE L A MUESTRA (Pb)	2110g
PERDIDA	2890g
DESGASTE %	58%

AGREGADO 75% RCD + 25% NATURAL	
PRUEBAS	
GRADACION USADA	B
No DE ESFERAS	11
No DE REVOLUCIONES	500
PESO DE L A MUESTRA (Pa)	5000g
PESO DE L A MUESTRA (Pb)	2086g
PERDIDA	2914g
DESGASTE %	58%

La norma I.N.V. E – 218 – 07 de desgastes de materiales, menores de 37.5 mm (1½") dice que los límites aceptables de pérdida deben estar entre el 10% y 45% con coeficiente de variación de 4,5%. Por lo cual los materiales con agregados gruesos reciclados (RCD) de 100%, 75% y 50% NO cumplen con la norma.

Cuadro realizado por: José Luis R y Julián Berrio M.
tomando información de la norma **I.N.V. E – 218 – 07**

GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO FINO - ARENA

GRADACION							
Peso inicial	3192,3		Peso lavado			ESPECIFICACION	
Tamiz	Tamiz mm	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acum	% Pasa	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
3/8	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0	100	100
4	4,75	10,4	0,3	0,3	99,7	95	100
8	2,36	34,2	1,1	1,4	98,6	80	100
16	1,18	115,8	3,6	5,0	95,0	50	85
30	0,6	964,8	30,2	35,2	64,8	25	60
50	0,3	1.738,0	54,4	89,7	10,3	10	30
100	0,15	255,0	8,0	97,7	2,3	2	10
200	0,075	60,9	1,9	99,6	0,4		
pasa		13,2	0,4	100,0			
TOTAL		3192,3	100,0				

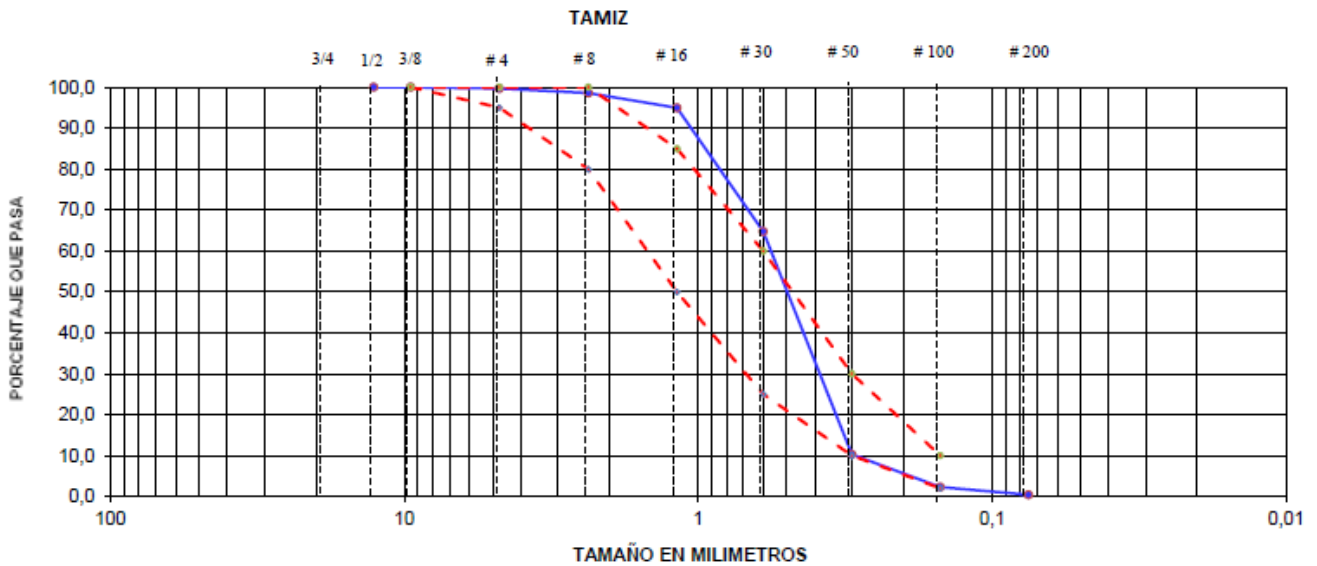
Límite líquido (L.L)
 Límite plástico (L.P)

Indice plasticidad (I.P) NP
 Calsificación AASHTO 2,29
 Clasificación U.S.C SP
MODULO DE FINURA
 % Grava 0,3
 % Arena 99,3
 % pasa No 200 0,4
 Tamaño máximo 1/2
 Tamaño máximo nominal #4

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 6,33$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 0,86$$

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz



Formato de Grafica proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

DEL QUINDIO

DENSIDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO - ARENA

DENSIDAD BULK SUELTA					
ENSAYO No		1	2	3	Promedio
Tamaño máximo nominal			3/4		
Volumen del recipiente (V)	cm ³	2740,1	2740,1		
Peso material suelto (P)	gr	4023	4028		
Peso unitario suelto = P/V	Kg/dm ³	1,468	1,470		1,469
Humedad del material %					
Densidad bulk seco suelta	Kg/dm ³				
DENSIDAD BULK COMPACTADO					
Método de compactación		APISONADO			
Volumen del recipiente (V)	cm ³	2740,1	2740,1		
Peso del material compactado (P)	gr	4557	4554		
Peso unitario compactado P/V	Kg/dm ³	1,663	1,662		1,663
Humedad del material %					
Densidad bulk seco compacta	Kg/dm ³				
Diametro del recipiente	cm	14	14		
Alturas del recipiente	cm	17,8	17,8		
Volumen del recipiente	cm ³	2740,1	2740,1		
Peso recipiente + material suelto	gr	11021	11026		
Peso recipiente + material compactado	gr	11555	11552		
Peso del recipiente	gr	6998	6998		

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO - ARENA

ENSAYO No			1	2	3	Promedio
Temperatura de ensayo	°C		24			
Peso de la muestra sss	Wsss	gr	300			
Peso matraz + agua	Wma	gr	657,13			
Peso matraz + agua + muestra	Wmam	gr	847,6			
Peso muestra seca	Ws	gr	291,3			
Densidad Nominal = $Ws / (Ws + Wma - Wmam)$		gr/cm ³	2,889			2,889
Densidad Aparente = $Ws / (Wsss + Wma - Wmam)$		gr/cm ³	2,660			2,660
Densidad Aparente SSS = $Wsss / (Wsss + Wma - Wmam)$		gr/cm ³	2,739			2,739
Absorción = $(Wsss - Ws / Ws) * 100$		%	2,99%			2,99%

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

CEMENTO - CEMEX

ENSAYO	No	1	2	3
PESO DEL CEMENTO	(gr)	64		
LECTURA INICIAL	(ml)	0,3		
LECTURA FINAL	(ml)	22,1		
VOLUMEN DEL CEMENTO	(ml)	21,8		
PESO ESPECIFICO	(gr/ml)	2,94		
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr/ml)	2,94		

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

DEL QUINDÍO

RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE GRADACIÓN Y CALIDAD DEL MATERIAL

Tomando como referencia la norma técnica colombiana NTC 174 de especificaciones de los agregados para concreto, se determina que los agregados naturales como grava y arena cumplen con los límites establecidos por la norma. De igual forma el agregado grueso también cumple con los límites de desgaste establecidos por la norma I.N.V.E – 218 – 07.

El material reciclado (escombros de concreto) no cumple con los límites establecidos por las normas NTC 174 y I.N.V.E – 218 – 07 para su uso en la fabricación de concretos.

El nuevo material creado a partir de las dosificaciones de 75% RCD + 25 natural y 50% RCD + 50% natural presentaron un buen desempeño conforme a la norma NTC 174, pero de igual manera no pasaron la prueba de desgaste de los ángeles de la norma I.N.V.E – 218 – 07.

RESUMEN DE LOS AGREGADOS					
	A.G. NATURAL	A.G. RCD 100%	A.G. 75% RCD	A.G. 50% RCD	A.F. NATURAL
TMN	¾"	¾"	¾"	¾"	#16
MUS	1,63	1,433	1,477	1,525	1,3
MUC	1,782	1,71	1,727	1,745	
ρ APARENTE	2,898	2,618	2,682	2,75	2,94
% ABSORCIÓN	0,89	1,06	1,0175	0,975	2,99
DESGASTE	41%	65%	58%	58%	
MF					2,29

Tabla creada y organizada en Excel con los datos de laboratorio

Tabla realizada por: José Luis R y Julián Berrio M.

DISEÑO DE MEZCLA

Se diseña una mezcla de prueba de concreto para la construcción de estructuras y se plantea la realización de 4 ensayos de 6 cilindros de 10cm x 20cm, para un total 24 cilindros con las diferentes dosificaciones propuestas, los cuales se realizaran de acuerdo con las normas NTC 550 y NTC 1377.

El diseño plantea una resistencia aproximada de 21MPa que cumpla la norma NSR 10 - título C de concreto estructural – Capitulo C.4 requisitos de durabilidad y Capitulo C.5 calidad del concreto, mezclado y colocación. - ACI 318S-05 Capitulo 5 calidad del concreto, mezclado y colocación.

ASENTAMIENTO

Norma referente ASTM C31

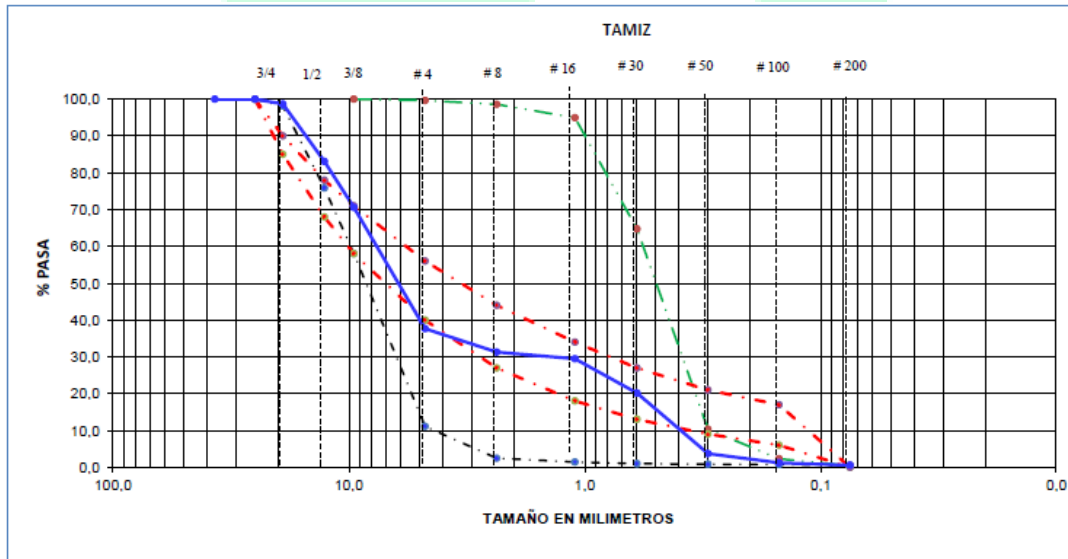
Se realiza el ensayo teniendo en cuenta la norma ASTM C31 para determinar si la relación agua/cemento es la óptima para la preparación de un concreto de una resistencia a la compresión de 21 MPa con un asentamiento medio (plástico) entre 50 mm y 100 mm para la construcción de vigas y columnas

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

DISEÑO DE MEZCLA CON 100% AGREGADO GRUESO NATURAL

MATERIALES DE OBRA							TOTAL	PARA 1"	
TAMIZ mm	GRAVA 3/4		RECICLADO		ARENA FINA		100%	ESPECIFICACIONES	
	70,0%		0,0%		30,0%				
37	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	100,0		
25,0	1	100,0	1	99,3	1	100,0	100,0	100	100
19,05	3/4"	98,1	3/4"	88,0	3/4"	100,0	98,7	85	90
12,7	1/2"	75,9	1/2"	43,7	1/2"	100,0	83,1	68	78
9,525	3/8"	58,0	3/8"	23,5	3/8"	100,0	70,6	58	71
4,75	N 4	11,1	N 4	5,1	N 4	99,7	37,7	40	56
2,36	N 8	2,5	N 8	3,7	N 8	98,6	31,3	27	44
1,1	N 16	1,4	N 16	3,6	N 16	95,0	29,5	18	34
0,6	N 30	1,0	N 30	3,5	N 30	64,8	20,1	13	27
0,3	N 50	0,9	N 50	3,4	N 50	10,3	3,7	9	21
0,15	N 100	0,7	N 100	3,4	N 100	2,3	1,2	6	17
0,075	N 200	0,6	N 200	3,4	N 200	0,4	0,5	0	0
	fondo		fondo		fondo				

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz



Formato de Grafica proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

DISEÑO DE MEZCLA						
DISEÑO PARA RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ 3000 PSI						
MATERIALES	GRAVA (3/4")	RECICLADO	ARENA FINA	CEMENTO ARGOS		
TM	1	1 1/2	3/8			
TMN	3/4	3/4	#16			
MUS	1,630 g/cm ³	1,433 g/cm ³	1,469 g/cm ³	1,3 g/cm ³		
MUC	1,782 g/cm ³	1,710 g/cm ³	1,663 g/cm ³			
γ aparante	2,898 g/cm ³	2,618 g/cm ³	2,660 g/cm ³	2,94 g/cm ³		
% absorción	0,89 %	1,06 %	2,99%			
MF			2,29			
AJUSTE GRANULOMETRICO						
GRAVA 3/4			70,0 %			
reciclado			- %			
ARENA FINA			30,0 %			
Asentamiento			8 cm			
Concreto sin aire incluido						
Cantidad de H ₂ O/ m ³ ccto			175 Kg/m ³ ccto			
Resistencia de dosificación			295 Kg/cm ²			
$f'_{cr} = 210+85$						
R a/c			0,43 Kg/m ³ ccto			
C=a/R			407,0 Kg/m ³			
BULTOS DE CEMENTO			8,1 BULTOS DE 50 Kg			
Volumen absoluto de agregados			686,57 dm ³			
Densidad promedio de los agregados			2,822 g/cm ³			
Cantidad del Agregado			1937,6 Kg/m ³ ccto			
Triturado 3/4			1356,29 Kg/m ³			
reciclado			0,00 Kg/m ³			
Arena fina			581,27 Kg/m ³			
PROPORCIONES INICIALES EN PESO SECO DE AGREGADOS						
	agua	cimento	arena fina	grava		Σ
peso material Kg/m ³ ccto	175	407,0	581	1356		2520
Volumen absoluto de mat	175	138,43	218,56	468,01		1000
Volumen suelto de mat	295	313,06	395,66	831,97		1836
Proporciones en volumen suelto	0,43	1	1,26	2,66		
Proporciones en peso seco	0,43	1	1,43	3,33		

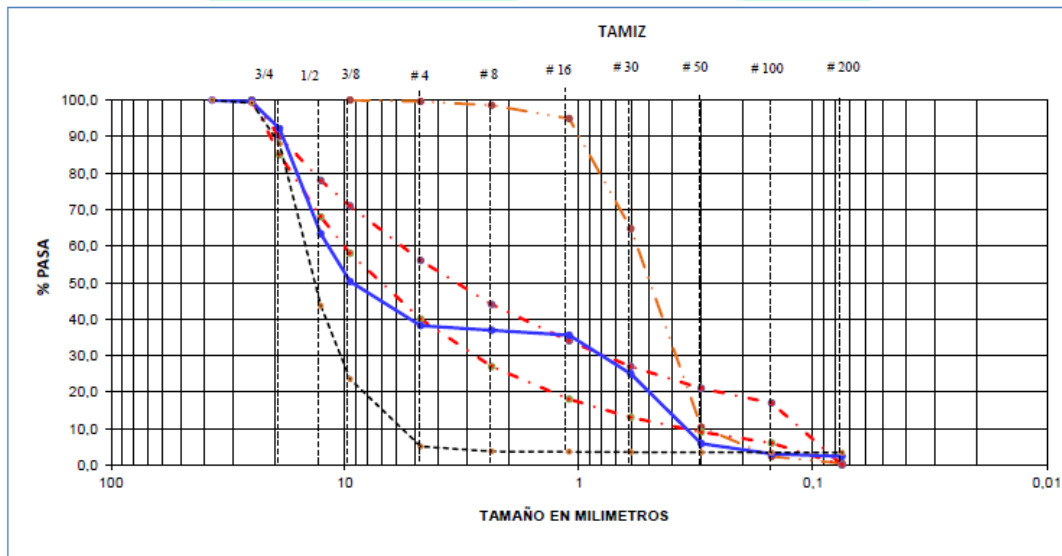
Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrío Mutiz

DEL QUINDÍO

DISEÑO DE MEZCLA CON 100% AGREGADO GRUESO RECICLADO

MATERIALES DE OBRA							TOTAL	PARA 1"	
TAMIZ mm	GRAVA 3/4		RECICLADO		ARENA FINA		100%	ESPECIFICACIONES	
	0,0%		65,0%		35,0%				
37	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	100,0		
25,0	1	100,0	1	99,3	1	100,0	99,5	100	100
19,05	3/4"	98,1	3/4"	88,0	3/4"	100,0	92,2	85	90
12,7	1/2"	75,9	1/2"	43,7	1/2"	100,0	63,4	68	78
9,525	3/8"	58,0	3/8"	23,5	3/8"	100,0	50,3	58	71
4,75	N 4	11,1	N 4	5,1	N 4	99,7	38,2	40	56
2,36	N 8	2,5	N 8	3,7	N 8	98,6	36,9	27	44
1,1	N 16	1,4	N 16	3,6	N 16	95,0	35,6	18	34
0,6	N 30	1,0	N 30	3,5	N 30	64,8	24,9	13	27
0,3	N 50	0,9	N 50	3,4	N 50	10,3	5,8	9	21
0,15	N 100	0,7	N 100	3,4	N 100	2,3	3,0	6	17
0,075	N 200	0,6	N 200	3,4	N 200	0,4	2,3	0	0
	fondo		fondo		fondo				

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz



— — — —
ESPECIFICACIÓN

— — — —
DOSIFICACIÓN
65/35 %

- - - - -
RECICLADO

- . - . - .
ARENA
FINA

Formato de Grafica proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

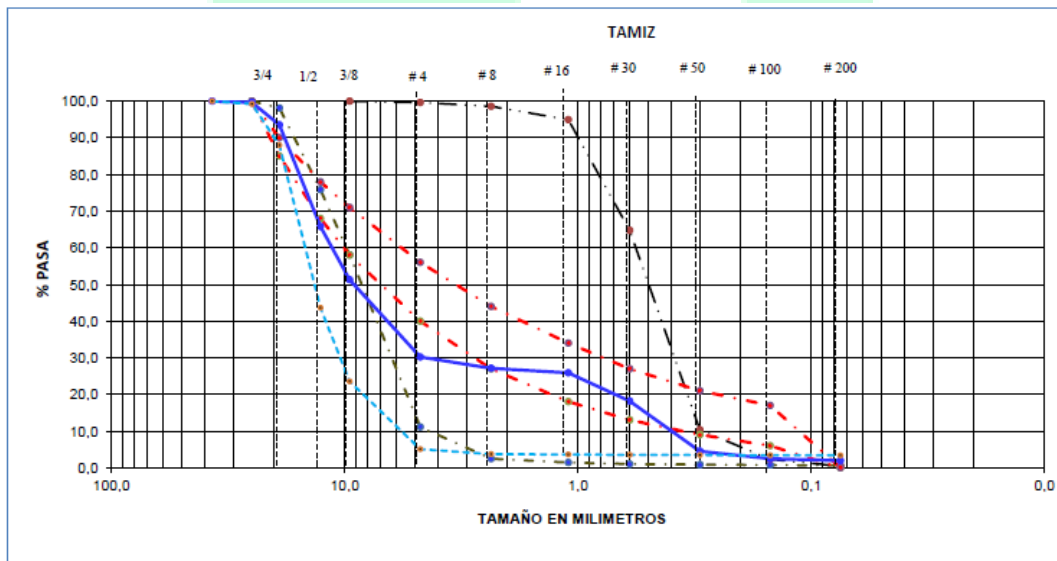
DISEÑO DE MEZCLA						
DISEÑO PARA RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ 3000 PSI						
MATERIALES	GRAVA (3/4")	RECICLADO	ARENA FINA	CEMENTO ARGOS		
TM	1	1 1/2	3/8			
TMN	3/4	3/4	#16			
MUS	1,630 g/cm ³	1,433 g/cm ³	1,469 g/cm ³	1,3 g/cm ³		
MUC	1,782 g/cm ³	1,710 g/cm ³	1,663 g/cm ³			
γ aparante	2,898 g/cm ³	2,618 g/cm ³	2,660 g/cm ³	2,94 g/cm ³		
% absorción	0,89 %	1,06 %	2,99%			
MF			2,29			
AJUSTE GRANULOMETRICO						
GRAVA 3/4			- %			
reciclado			65,0 %			
ARENA FINA			35,0 %			
Asentamiento			8 cm			
Concreto sin aire incluido						
Cantidad de H ₂ O/ m ³ ccto			175 Kg/m ³ ccto			
Resistencia de dosificación			295 Kg/cm ²			
$f'_{cr} = 210+85$						
R a/c			0,43 Kg/m ³ ccto			
C=a/R			407,0 Kg/m ³			
BULTOS DE CEMENTO			8,1 BULTOS DE 50 Kg			
Volumen absoluto de agregados			686,57 dm ³			
Densidad promedio de los agregados			2,632 g/cm ³			
Cantidad del Agregado			1807,1 Kg/m ³ ccto			
Triturado 3/4			0,00 Kg/m ³			
Arena gruesa			1174,64 Kg/m ³			
Arena fina			632,50 Kg/m ³			
PROPORCIONES INICIALES EN PESO SECO DE AGREGADOS						
	agua	cimento	arena fina	grava 3/4	RECICLADO	Σ
peso material Kg/m ³ ccto	175	407,0	632	0	1175	2389
Volumen absoluto de mat	175	138,43	237,82	0,00	448,75	1000
Volumen suelto de mat	295	313,06	430,53	0,00	819,55	1858
Proporciones en volumen suelto	0,43	1	1,38	0,00	2,62	
Proporciones en peso seco	0,43	1	1,55	0,00	2,89	

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

DISEÑO DE MEZCLA CON 75% AGREGADO GRUESO RECICLADO

MATERIALES DE OBRA							TOTAL	PARA 1"	
TAMIZ mm	GRAVA 3/4		RECICLADO		ARENA FINA		100%	ESPECIFICACIONES	
	25,0%		50,0%		25,0%				
37	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	100,0		
25,0	1	100,0	1	99,3	1	100,0	99,6	100	100
19,05	3/4"	98,1	3/4"	88,0	3/4"	100,0	93,5	85	90
12,7	1/2"	75,9	1/2"	43,7	1/2"	100,0	65,8	68	78
9,525	3/8"	58,0	3/8"	23,5	3/8"	100,0	51,3	58	71
4,75	N 4	11,1	N 4	5,1	N 4	99,7	30,2	40	56
2,36	N 8	2,5	N 8	3,7	N 8	98,6	27,1	27	44
1,1	N 16	1,4	N 16	3,6	N 16	95,0	25,9	18	34
0,6	N 30	1,0	N 30	3,5	N 30	64,8	18,2	13	27
0,3	N 50	0,9	N 50	3,4	N 50	10,3	4,5	9	21
0,15	N 100	0,7	N 100	3,4	N 100	2,3	2,5	6	17
0,075	N 200	0,6	N 200	3,4	N 200	0,4	1,9	0	0
	fondo		fondo		fondo				

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz



Formato de Grafica proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

DISEÑO DE MEZCLA						
DISEÑO PARA RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ 3000 PSI						
MATERIALES	GRAVA (3/4")	RECICLADO	ARENA FINA	CEMENTO ARGOS		
TM	1	1 1/2	3/8			
TMN	3/4	3/4	#16			
MUS	1,630 g/cm ³	1,433 g/cm ³	1,469 g/cm ³	1,3 g/cm ³		
MUC	1,782 g/cm ³	1,710 g/cm ³	1,663 g/cm ³			
γ aparante	2,898 g/cm ³	2,618 g/cm ³	2,660 g/cm ³	2,94 g/cm ³		
% absorción	0,89 %	1,06 %	2,99%			
MF	2,29					
AJUSTE GRANULOMETRICO						
GRAVA 3/4				25,0 %		
reciclado				50,0 %		
ARENA FINA				25,0 %		
Asentamiento				8 cm		
Concreto sin aire incluido						
Cantidad de H ₂ O/ m ³ ccto				175 Kg/m ³ ccto		
Resistencia de dosificación				295 Kg/cm ²		
f'cr = 210+85				50,0		
R a/c				0,43 Kg/m ³ ccto		
C=a/R				407,0 Kg/m ³		
BULTOS DE CEMENTO				8,1 BULTOS DE 50 Kg		
Volumen absoluto de agregados				686,57 dm ³		
Densidad promedio de los agregados				2,693 g/cm ³		
Cantidad del Agregado				1849,2 Kg/m ³ ccto		
Triturado 3/4				462,30 Kg/m ³		
Arena gruesa				924,59 Kg/m ³		
Arena fina				462,30 Kg/m ³		
PROPORCIONES INICIALES EN PESO SECO DE AGREGADOS						
	agua	cemento	arena fina	grava 3/4	RECICLADO	Σ
peso material Kg/m ³ ccto	175	407,0	462	462	925	2431
Volumen absoluto de mat	175	138,43	173,83	159,52	353,22	1000
Volumen suelto de mat	295	313,06	314,68	283,58	645,09	1851
Proporciones en volumen suelto	0,43	1	1,01	0,91	2,06	
Proporciones en peso seco	0,43	1	1,14	1,14	2,27	

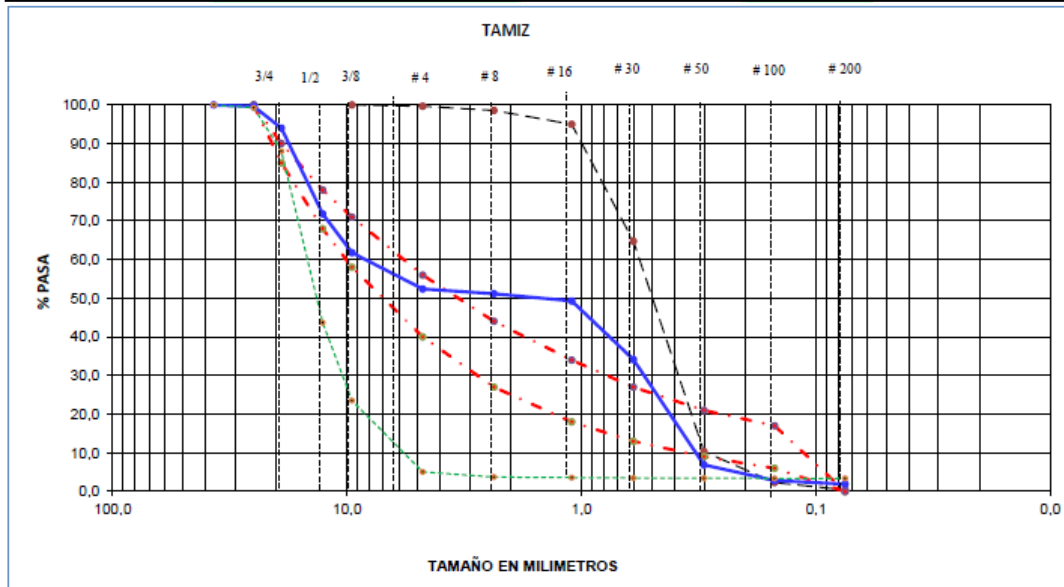
Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

DISEÑO DE MEZCLA CON 50% AG. RECICLADO 50% AG. NATURAL

MATERIALES DE OBRA							TOTAL	PARA 1"	
TAMIZ mm	GRAVA 3/4		RECICLADO		ARENA FINA		100%	ESPECIFICACIONES	
	0,0%		50,0%		50,0%				
37	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	1 1/2	100,0	100,0		
25,0	1	100,0	1	99,3	1	100,0	99,6	100	100
19,05	3/4"	98,1	3/4"	88,0	3/4"	100,0	94,0	85	90
12,7	1/2"	75,9	1/2"	43,7	1/2"	100,0	71,8	68	78
9,525	3/8"	58,0	3/8"	23,5	3/8"	100,0	61,8	58	71
4,75	N 4	11,1	N 4	5,1	N 4	99,7	52,4	40	56
2,36	N 8	2,5	N 8	3,7	N 8	98,6	51,2	27	44
1,1	N 16	1,4	N 16	3,6	N 16	95,0	49,3	18	34
0,6	N 30	1,0	N 30	3,5	N 30	64,8	34,1	13	27
0,3	N 50	0,9	N 50	3,4	N 50	10,3	6,9	9	21
0,15	N 100	0,7	N 100	3,4	N 100	2,3	2,9	6	17
0,075	N 200	0,6	N 200	3,4	N 200	0,4	1,9	0	0
	fondo		fondo		fondo				

Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz



ESPECIFICACIÓN

DOSIFICACIÓN
50/50%

RECICLADO

ARENA
FINA

Formato de Grafica proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz

DISEÑO DE MEZCLA						
DISEÑO PARA RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ 3000 PSI						
MATERIALES	GRAVA (3/4")	RECICLADO	ARENA FINA	CEMENTO ARGOS		
TM	1	1 1/2	3/8			
TMN	3/4	3/4	#16			
MUS	1,630 g/cm ³	1,433 g/cm ³	1,469 g/cm ³	1,3 g/cm ³		
MUC	1,782 g/cm ³	1,710 g/cm ³	1,663 g/cm ³			
γ aparante	2,898 g/cm ³	2,618 g/cm ³	2,660 g/cm ³	2,94 g/cm ³		
% absorción	0,89 %	1,06 %	2,99%			
MF				2,29		
AJUSTE GRANULOMETRICO						
GRAVA 3/4				- %		
reciclado				50,0 %		
ARENA FINA				50,0 %		
Asentamiento				8 cm		
Concreto sin aire incluido						
Cantidad de H2O/ m ³ ccto				175 Kg/m ³ ccto		
Resistencia de dosificación				295 Kg/cm ²		
$f'_{cr} = 210+85$						
R a/c				0,43 Kg/m ³ ccto		
C=a/R				407,0 Kg/m ³		
BULTOS DE CEMENTO				8,1 BULTOS DE 50 Kg		
Volumen absoluto de agregados				686,57 dm ³		
Densidad promedio de los agregados				2,638 g/cm ³		
Cantidad del Agregado				1811,5 Kg/m ³ ccto		
Triturado 3/4				0,00 Kg/m ³		
Arena gruesa				905,73 Kg/m ³		
Arena fina				905,73 Kg/m ³		
PROPORCIONES INICIALES EN PESO SECO DE AGREGADOS						
	agua	cimento	arena fina	RECICLADO	Σ	
peso material Kg/m ³ ccto	175	407,0	906	906	2393	
Volumen absoluto de mat	175	138,43	340,56	346,02	1000	
Volumen suelto de mat	295	313,06	616,52	631,92	1856	
Proporciones en volumen suelto	0,43	1	1,97	2,02		
Proporciones en peso seco	0,43	1	2,23	2,23		
Formato de tabla proporcionada por la universidad del Quindío y elaborada por José Luis Rojas R y Julián Berrio Mutiz						

DEL QUINDIO

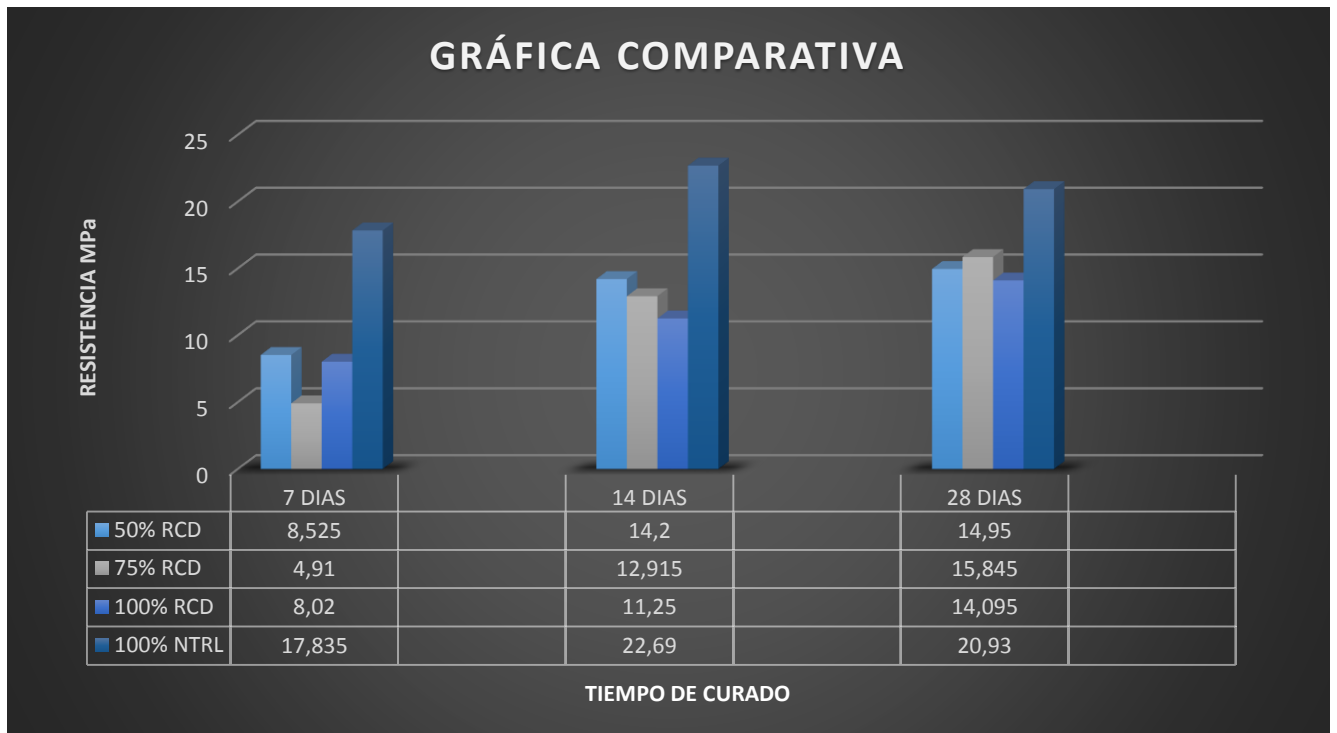
ENSAYOS DE COMPRESIÓN

DOSIFICACIÓN	EDAD (DÍAS)	DIÁMETRO	ALTURA	PESO (g)	Resistencia a la compresión MPa	PROMEDIO EN MPa
50% RCD	7	10 cm	20 cm	3636	9	8,525
	7	10 cm	20 cm	3652	8,05	
	14	10 cm	20 cm	3637	15,46	14,2
	14	10 cm	20 cm	3707	12,94	
	28	10 cm	20 cm	3726	13,2	14,95
	28	10 cm	20 cm	3751	16,7	
75% RCD	7	10 cm	20 cm	3874	9,82	4,91
	7	10 cm	20 cm	3742	0	
	14	10 cm	20 cm	3736	13,05	12,915
	14	10 cm	20 cm	3767	12,78	
	28	10 cm	20 cm	3789	14,79	15,845
	28	10 cm	20 cm	3792	16,9	
100% RCD	7	10 cm	20 cm	3710	8,33	8,02
	7	10 cm	20 cm	3710	7,71	
	14	10 cm	20 cm	3662	10,61	11,25
	14	10 cm	20 cm	3666	11,89	
	28	10 cm	20 cm	3686	14,19	14,095
	28	10 cm	20 cm	3686	14	
100% NTRL	7	10 cm	20 cm	4127	18,86	17,835
	7	10 cm	20 cm	4193	16,81	
	14	10 cm	20 cm	4088	22,59	22,69
	14	10 cm	20 cm	4000	22,79	
	28	15 cm	30 cm	13981	18,62	20,93
	28	15 cm	30 cm	14056	23,24	

Tabla creada y organizada en Excel con los datos de laboratorio

Tabla realizada por: José Luis R y Julián Berrio M.

GRÁFICA COMPARATIVA (MPa)



Cuadro creado y organizado en Excel con los datos de la anterior tabla

Grafica realizada por: José Luis R y Julián Berrio M.

En la gráfica se puede evidenciar la resistencia adquirida a lo largo de los días notando así una clara diferencia, entre el concreto con agregado grueso natural y los concretos con agregados gruesos reciclados con diferentes dosificaciones.

El concreto con agregado grueso natural cumplió con la resistencia planteada en el diseño de mezcla establecido de 21 MPa, mientras que los otros concretos no alcanzan a llegar a un mínimo de resistencia 17,5 MPa.

CONCLUSIONES

OBJETIVO GENERAL

“Elaborar un concreto con áridos gruesos reciclados (escombro de concreto, RCD) que puede llegar a ser una alternativa ecológica, económica y factible, consiguiendo una resistencia de por lo menos 21 MPa.”

Según los resultados de los ensayos realizados bajo las normas NTC 174 y NSR 10 -Título C se determina:

- 1) La granulometría, el contenido de material fino, la clasificación del material y la densidad, en las proporciones de RCD del 50%, 75% y 100%, dan como resultado un material favorable para la elaboración de concretos; sin embargo, las pruebas de absorción, demuestran que el material es más absorbente que la grava natural, por lo que se tiene que aumentar la cantidad de agua en las mezclas de prueba. Además es muy susceptible al desgaste en la máquina de los Ángeles, dado que es un aglomerado compuesto de arena, grava y cemento.
- 2) Los resultados de las pruebas de laboratorio y el análisis de la rotura de los especímenes a compresión, se concluye que el material grueso reciclado, en la dosificaciones de 50%, 75% y 100%, **no cumple** con los parámetros para la elaboración de concreto de resistencia mínima a la compresión de 17.5 MPa., proporcionados por la norma NSR 10 - título C, y si no es viable para elaboración de concreto, mucho menos para la construcción estructural de viviendas.

- 3) Pero esto no quiere decir que no se pueda llegar a cumplir con las especificaciones requeridas con otras dosificaciones o proporciones, por lo cual, esta propuesta deja abierta esa posibilidad, para que otros estudiantes en una futura investigación del tema, y tomando como base esta experiencia, se logre la adecuada utilización de RCD como alternativa ecológica para fabricar concretos estructurales.
- 4) Aun así, es factible la elaboración de concreto con escombros de concreto, apto y válido para la construcción, contribuyendo a la reducción en el consumo de materiales naturales vírgenes evitando el deterioro del medio ambiente

MATERIAL FOTOGRÁFICO Y EQUIPOS DE LABORATORIO

Material fotográfico tomado en la universidad de Quindío en el laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería. (Organizar, describir y colocar la fuente).



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrío M Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrío M

Armario con todos los tamices

Cono truncado para SSS



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
 Balanza digital, con matraz y dosificador de agua



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
 Matraz, recipiente con agua, estufa eléctrica



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
 Se determinan la cantidad de caras lisas, alargadas y fracturadas



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
 Apreciación de la granulometría con sus tamices

UNIVERSIDAD
 DEL QUINDÍO



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrío M
Equipos de laboratorio horno, balanza, balanza digital



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrío M
Se pesa el recipiente + la grava para determinar densidad específica



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrío M
Cuarteado de grava



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrío M
Balanza, canastilla, balde con agua.



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Granulometría agregado grueso vista panorámica



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Agregado grueso tamizado y ordenado



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Material grueso reciclado lavado, secado y listo para prueba de desgaste



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Máquina de los ángeles



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Bandeja con el material desgastado y procesado



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Cono de Abrams + varilla lisa con prueba de asentamiento



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Cilindros de concreto listos para ensayo de compresión



Tomada por: José Luis Rojas y Julián Berrio M
Prensa hidráulica para ensayo de compresión

MARCO DE REFERENCIA

APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE RCD (Residuos de Construcción y Demolición)

Guías del Ing. Gerardo A. Rivera L. capítulos 6, 7, 8, 9 y 10

NSR 10 - Título C concreto estructural Capítulos 4 y 5

NTC 174 Especificaciones de los agregados para concreto.

Norma I.N.V.E – 218 – 07 Desgates de materiales, menores de 37.5 mm (1½")

NTC 550: Elaboración y curado de especímenes de concreto en el sitio de trabajo

NTC 1377: Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio

NTC 673: Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

ACI 318S-05: Requisitos de reglamento para concreto estructural

Johao Ariel Vega García – Jefe de Productos y Servicios Sostenibles RCD Cemex Colombia

Resolución 472 del 2017

Con la cual se busca disminuir de manera considerable los residuos que generan las construcciones y demoliciones de obras civiles, ya que según cifras del Ministerio del Medio Ambiente, generan anualmente 22 millones de toneladas de desperdicios.

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

MARCO CONCEPTUAL

Cemento: Es un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las cuales permiten unir fragmentos minerales entre sí, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad. Se conocen cinco (5) tipos de cemento portland.

Tipo I: los cementos portland regulares son los productos acostumbrados en la construcción general.

Tipo II: los cementos portland que fraguan a un calor moderado y los resistentes al sulfato se emplean donde se requiere calor moderado de hidratación o para construcción en general con concreto expuesto a la acción moderada de los sulfatos.

Tipo III: Los cementos de alta resistencia rápida (ARR) se elaboran de materias primas con una relación cal-a-sílice mayor que la del cemento del tipo I y más finamente molidas.

Tipo IV: Los cementos portland de bajo calor contienen un porcentaje menor de C3S y de aluminato tricálcico (C3A), lo cual disminuye la evolución de calor.

Tipo V: Los cementos portland resistentes al sulfato comprenden los que por su composición o por su procesamiento resisten a los sulfatos mejor que los otros cuatro tipos.

El cemento portland se fabrica generalmente a partir de materiales minerales calcáreos, tales como la caliza, por alúmina y sílice, que se encuentran como arcilla en la naturaleza. En ocasiones es necesario agregar otros productos para mejorar la composición química de las materias primas principales.

- **Agua de Mezclado:** está definida como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario, para producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluidez tal, que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico.

- **Agua de curado:** El curado puede definirse como el conjunto de condiciones necesarias para que la hidratación de la planta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el concreto alcance sus propiedades potenciales. Estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y la temperatura. Por lo tanto, el agua de curado constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento.
- **Agregados gruesos:** Los aglomerados gruesos son la porción de aglomerado que no pueden pasar a través de una criba número 4 (4.75 mm). El aglomerado grueso normal consta de grava de mina o grava triturada. Son de consistencia fuerte y durable propicios para la elaboración del concreto.
- **Agregados finos:** El aglomerado fino es la porción de un aglomerado que si pasa a través de una criba # 4. Por lo general, estos materiales se clasifican de modo bastante uniforme desde la criba número 4 hasta la número 100. A menos que se indique otra cosa, el aglomerado fino suele ser arena, el producto de la desintegración y abrasión natural de las rocas.
- **Granulometría:** Se define como la distribución de los tamaños de partículas que constituye una mezcla de agregado.
- **Análisis granulométrico:** Es la operación de separar una mezcla de agregado en fracciones de igual tamaño haciendo pasar ésta a través de una serie de tamices de aberturas cuadradas. La denominación de los tamices anteriormente se hacía teniendo en cuenta el tamaño de la abertura por pulgadas lineal para tamices menores de 1/8 de pulgada.
- **Módulo de finura:** Es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Está definido como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices de la serie “estándar” que cumple la relación 1:2, desde el tamiz de 149 (No. 100) en adelante, hasta el máximo tamaño que se encuentre, dividido por 100.
- **Tamaño máximo:** Se define como la abertura del menor tamiz de la serie que permite el paso del 100% de la muestra ensayada. Este valor indica el tamaño de la partícula más grande que hay dentro de la masa de agregado y es de interés conocerla ya que el tamaño del agregado debe ser compatible con las divisiones de la estructura.

- **Tamaño máximo nominal:** Se define como la abertura del matiz inmediatamente superior a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado sea mayor o igual al 15%. El tamaño máximo nominal muestra más claramente el tamaño de las partículas más grandes de la masa de agregados en su fracción gruesa.
- **Gravedad específica aparente:** Es la relación entre el peso en el aire del volumen de la porción impermeable del agregado a una determinada temperatura y el peso en el aire de un volumen igual de agua, libre de gas, a la misma temperatura.
- **Gravedad específica bulk:** Es la relación entre el peso en el aire del volumen de agregado (incluyendo los vacíos permeables e impermeables de sus partículas pero no los vacíos entre partículas) a una determinada temperatura y el peso en el aire de un volumen igual de agua destilada, libre de gas, a la misma temperatura.
- **Absorción de agua:** Es la masa del agua que llena los poros permeables de las partículas de agregado sin incluir el agua adherida a la superficie de las mismas, expresada como porcentaje de la masa seca del agregado, después de una hora de secado a $110 \pm 5^\circ\text{C}$. P_{sss} = peso de la muestra saturada y superficialmente seca P_s = peso seco de la muestra.
- **Peso volumétrico (masa unitaria):** Está definido como la relación existente entre el peso de una muestra de agregado y el volumen que ocupa dicho agregado en un recipiente de volumen conocido. La masa unitaria de un agregado indica de manera general la calidad de este y su aptitud para ser utilizado en la fabricación de concreto.
- **Manejabilidad o trabajabilidad:** se puede definir mejor como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación total, esta definición originada del supuesto que sólo la fricción interna (esfuerzo de fluencia), es una propiedad intrínseca de la mezcla nos brinda una aproximación cuantitativa de la trabajabilidad, sin embargo define un estado ideal de compactación total la cual nunca se logrará, una corrección bastante simple a esta definición es la que a continuación proponemos, “la trabajabilidad se puede definir como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación adecuada de la mezcla”

- **Relación agua-cemento:** En términos generales, la resistencia del concreto se determina por la cantidad neta de agua utilizada por cantidad unitaria de cemento, para un conjunto dado de materiales y de condiciones. Esto es lo que se conoce hoy en día como la relación "agua-cemento"

- **Resistencia a la compresión:** esta es la característica principal del concreto, la forma de expresarla es en términos de esfuerzo, generalmente en Kg/cm². La forma de evaluar esta resistencia es mediante una prueba mecánica de compresión que consiste en aplicar una carga de compresión axial a cilindros moldeados o corazones de concreto, a una taza predeterminada, hasta que la falla ocurre.

- **Resistencia a la tracción indirecta:** la tracción se define como un esfuerzo interno que hace el material en dicho caso el concreto que se somete a dos fuerzas con sentidos opuestos. La forma de evaluar esta propiedad es mediante un ensayo de tracción el cual está contemplado en la norma ASTM C293 o análogamente por la norma colombiana I.N.V. E – 411 – 07 “Ensayo de tracción indirecta de cilindros normales de concreto”. El ensayo de tracción indirecta destaca por ser un método simple y representativo que permite imitar la respuesta de un pavimento flexible y obtener carga máxima que aguanta una mezcla antes de romperse.

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

BIBLIOGRAFÍA

<http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/norma%20NTC%20174%20de%202000.pdf>

<https://www.udocz.com/read/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>

Guías prácticas Ing. Gerardo A. Rivera L.

www.wikipedia.com/definicionesdelmarcoconceptual

<http://www.maat.com.co/reutilización-de-residuos-de-construcción-y-demolición-rcds/>

ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-218-07.pdf

https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_Espanhol.pdf



UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO