

Puzolana (ceniza volante)	105
Agua	255
Aire	--
Agregado Fino	1125
Agregado Grueso	2051
	<u>4013</u>

Una vez que se ha desarrollado un proporcionamiento para la mezcla inicial, la cual sentimos resultaría en las propiedades del concreto deseado, dos proporcionamientos adicionales deberían ser desarrollados y evaluados junto con la mezcla desarrollada inicialmente. El proporcionamiento de las dos mezclas adicionales deberán ser utilizado una relación A/C con más o menos 0.05, pero en este caso particular, en el cual 0.45 es el más alto que se recomienda para concretos expuestos a agua del mar, únicamente es necesario desarrollar una mezcla adicional: una para la relación A/C de 0.40. Ambos mezclas deberán ser evaluados, y antes de colar el concreto en el proyecto se necesitará una decisión sobre cuál mezcla utilizar.

6. COMENTARIOS DE CONCLUSIONES

Concretos que contienen puzolana natural, ceniza volante, escoria pueden ser utilizados en construcciones de concreto en agua del mar, y como concretos que contienen cemento portland puro deberán:

1. Tener aire incluido, preferiblemente 6% o más en el concreto con agregado de tamaño máximo 38 mm (1 1/2 pulg.).
2. Ser altamente impermeable para protección del acero de refuerzo, etc.
3. Poseer una densidad máxima, la cual puede mejorarse utilizando una granulometría que resulte en densidad máxima.
4. Contener cemento portland que tenga propiedades de resistencia a los sulfatos, tal como el ASTM C 150 Tipo II.

Cuando se usan puzolanas naturales, cenizas volantes, y escorias en concreto expuesto al agua de mar, las revolturas deberán:

1. Proporcionarse con reemplazo parcial de cemento con puzolana natural, cenizas volantes o escoria en volumen; siempre y cuando existan condiciones que permitan al concreto esperar hasta aproximadamente 90 días para obtener la resistencia a la compresión requerida.
2. Proporcionarse con reemplazo parcial más una cantidad equivalente de puzolana natural, ceniza volante, o escoria para reemplazar un volumen similar de agregado fino.

TABLA 1 - CANTIDADES TIPICAS DE PUZOLANAS Y CEMENTOS ESPECIALES* (7)

Material o Clase de Material	Por ciento del material cementante total en volumen absoluto	
	Concreto No-Expuesto**	Concreto Expuesto ⁺
Cementos Especiales:		
Cemento de escoria o natural	35 ± 10	25 ± 5
Puzolanas (ASTM C 618)		
Clase F	35 ± 10	25 ± 5
Clase N, todos los tipos excepto diatomita no-calcinada	30 ± 10	20 ± 5
Clase N, diatomita no-calcinada	20 ± 5	20 ± 5

* Se pueden usar otras cantidades de puzolana si se verifica que son aceptables mediante evaluaciones en el laboratorio, o experiencias previas. No se han obtenido cantidades típicas para puzolana clase C.

** Concreto no-expuesto para estructuras masivas (por ejemplo: presas de gravedad, vertedores de macisas, muros de esclusas, y estructuras masivas similares).

+ Concreto expuesto para estructuras masivos (ver nota previa), y concreto estructural expuesto (por ejemplo: cimentaciones de edificios, pavimentos, y estructuras similares de tamaño moderado).

TABLA 2 - TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL PARA AGREGADO RECOMENDADO PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCION

Características	Tamaño Máximo Nominal	
	mm	(pulg.)
Secciones con más de 190 mm (7 1/2 pulg.) de ancho, y en las cuales la distancia libre entre varillas de refuerzo es cuando menos 57 mm (2 1/4 pulg.).	38	1 1/2
Secciones no-reforzadas con más de 300 mm (12 pulg.) de ancho, y secciones reforzadas con más de 457 mm (18 pulg.) de ancho, en las cuales la distancia libre entre varillas de refuerzo es de más de 150 mm (6 pulg.) y menor de 250 mm (10 pulg.).	76	3
Secciones masivas en las cuales la distancia libre entre varilla de refuerzo es por lo menos 250 mm (10 pulg.), y para las cuales se han tomado medidas adecuadas en cuanto el concreto conteniendo agregados de gran tamaño sin dejar huecos u otras condiciones indeseables.	152	6

TABLA 3 - LIMITES TIPICOS EN LA GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

Tamaño de malla en mm (pulg.)	Separación por tamaños	
	Porcentaje en peso que pasa las mallas individuales	
	4.76 mm a 19 mm No. 4 a 3/4 pulg.	19 a 38 mm 3/4 pulg. a 1 1/2 pulg.
50 (2)		100
38 (1 1/2)		90 - 100
25 (1)	100	20 - 55
19 (3/4)	90 - 100	0 - 15
10 (3/8)	20 - 55	0 - 5
4.76 No. 4	0 - 10	
2.38 No. 8	0 - 5	

TABLA 4.- Granulometría combinada idealizada para agregados con tamaño máximo nominal de 38 mm (1 1/2 pulg) y 19 mm (3/4 pulg)

TAM. DE MALLA mm	pulg.	38 mm (1 1/2") % que pasa		19 (3/4 pulg) % que pasa	
		51	2	100	
38	1 1/2	81			
25	1	58			
19	3/4	44		100	
13	1/2	28		77	
10	3/8	18		48	
				31	

TABLA 5.- Requerimiento de Agua

REVENIMIENTO MM (PULG)	Tamaño nominal máximo del agregado, mm (pulg)					
	10 (3/8)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	38 (1 1/2)	51 (2)
	SIN AIRE INCLUIDO					
25 a 51 (1-2)	310	295	280	265	250	240
76 a 102 (3-4)	335	325	310	295	280	270
152 a 177 (6-7)	375	355	335	320	305	295
	CON AIRE INCLUIDO					
25 a 51 (1-2)	275	260	245	235	220	205
76 a 102 (3-4)	300	290	275	265	255	250
152 a 177 (6 a 7)	340	320	300	290	280	275

TABLA 6 Contenido aproximado de agregado grueso cuando se usa un agregado fino natural (N) ó manufacturado (M) (porcentaje del agregado total en volumen absoluto).

TAMAÑO MAX. NOMINAL Y TIPO DE AGREGADO GRUESO	TIPO DE - ARENA	MODULO DE FINEZA							
		2.40		2.60		2.80		3.00	
		N	M	N	M	N	M	N	M
38 mm (1 1/2 PULG) (triturado)		70	68	69	67	68	66	67	65
38 mm (1/2 PULG) (cantorodado)		72	70	71	69	70	68	69	67
19 mm (3/4 PULG) (triturado)		62	60	61	59	60	58	59	57
19 mm (3/4 PULG) (cantorodado)		64	62	63	61	62	60	61	59

NOTA: Para concretos que contienen 5 1/2 % de contenido de aire y un revenimiento de 51 mm (2 PULG), ambos se midieron en la porción de menos 38 mm (1 1/2 PULG) El contenido de agregado grueso dado arriba puede aumentarse 1 ó 2 % si se siguen buenos procedimientos de control.

