ANEXOS

ANEXO A: Tablas y Gráficos del Consejo de Seguridad Nuclear y el National Council on Radiation Protection and Measurements

Tabla 80

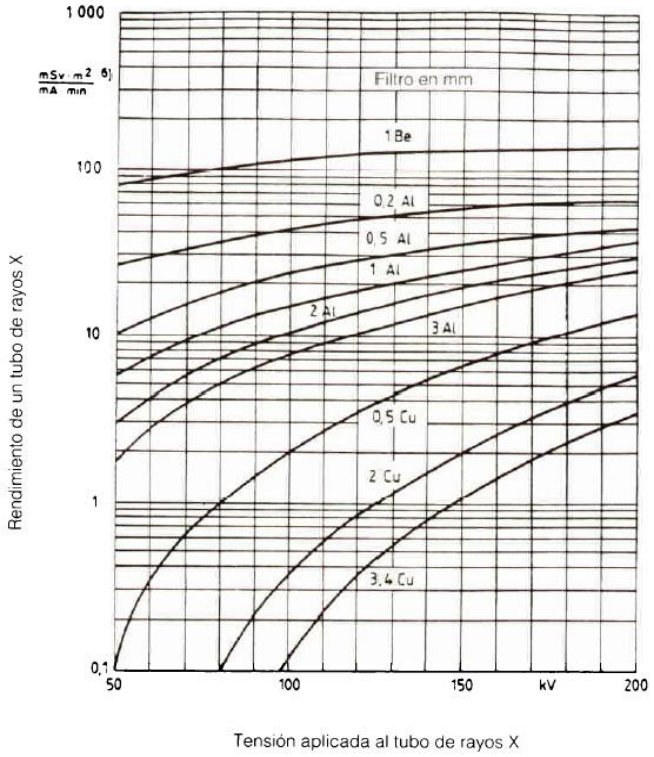
Carga de Trabajo Semanal en función del equipo y de la tensión del mismo (kV).

	Tensión (kVp)	Carga semanal (mA.min/sem)
1. Equipos para Radiografía (sin Radioscopia)	100 125 150	160 80 40
2. Equipos con Radioscopia Mesas con tubo de Rx debajo Mesas con tubo de Rx encima (ej.: Telemandos)	hasta 110 kVp	 1.200 3.000
3. Mamógrafos	hasta 50	2.000
4. Tomografía Computarizada (corresponde a 1.000 cortes por semana con 300 mAs/corte)	120	5.000
5. Equipos de Radiografía Dental	60	4
6. Equipos de Radiografía Dental Panorámica	85	200

Extraído de *Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico (Guía de Seguridad Nº 5.11).*

Gráfico 34

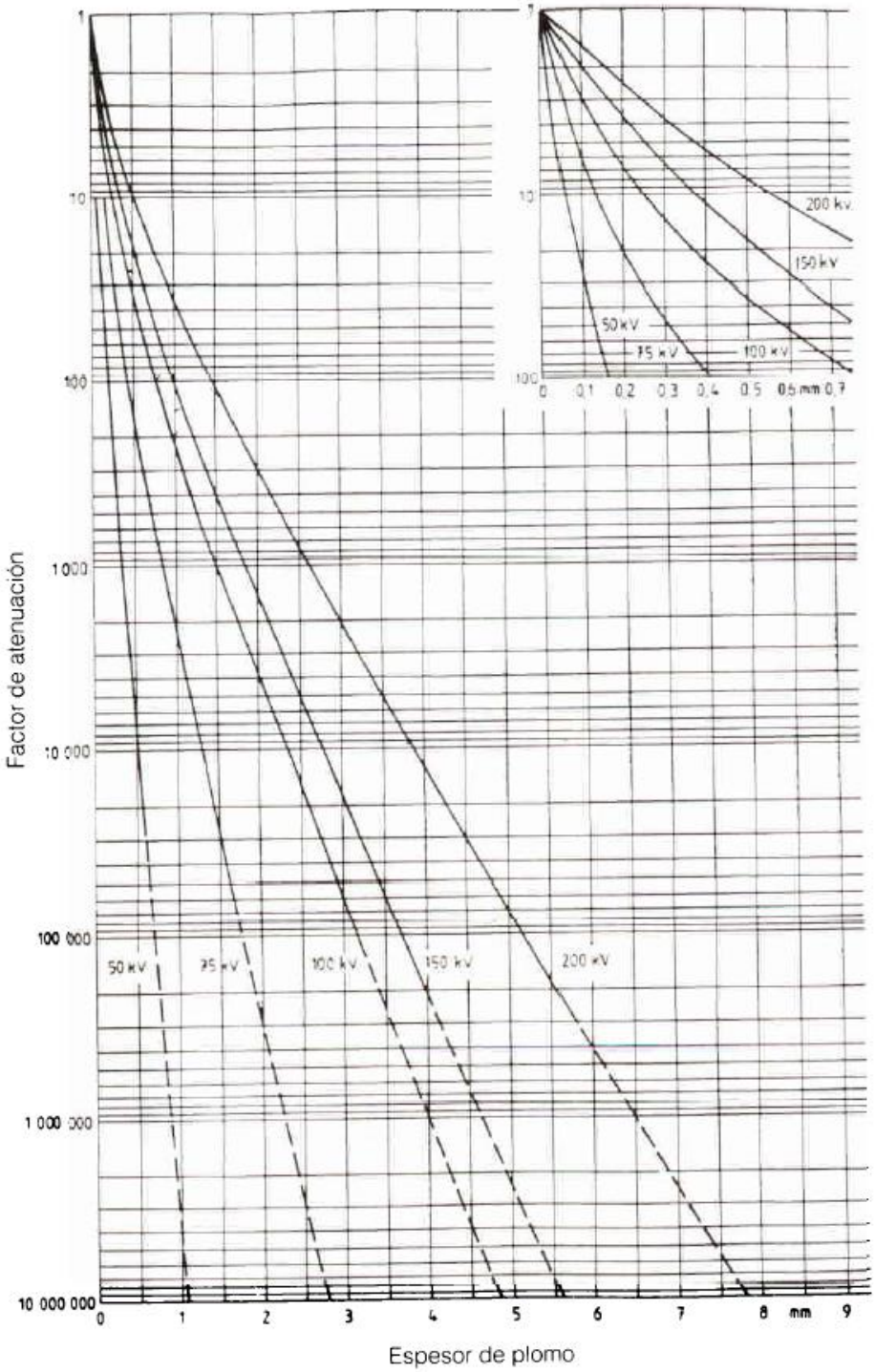
Rendimiento del tubo de Rayos X, en función de la tensión (kV) y el filtro permanente.



Extraído de *Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico (Guía de Seguridad Nº 5.11).*

Gráfico 35

Curvas para determinar el espesor de plomo requerido para un factor de atenuación conocido y la tensión del equipo (kV).



Extraído de *Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico (Guía de Seguridad Nº 5.11).*

Tabla 81

Equivalencias de espesores en función del espesor de plomo calculado y la tensión del equipo (kV).

Material	Densidad del material ($Kg.m^{-3}$)	Espesor del material (mm)	Equivalencia en mm de plomo según los kV aplicados			
			50	75	100	150
Ladrillo de arcilla	1.600	100	0,6	0,8	0,9	0,8
		200	1,4	1,7	1,9	1,7
		300	2,2	2,7	3,1	2,6
		400		3,8	4,5	3,7
		500				4,8
Hormigón o yeso baritado	3.200	10	0,9	1,5	1,8	0,9
		20	1,8	2,7	3,3	1,8
		25	2,3	3,3	4,0	2,2
		50	—	—		4,3
		75				5,9
		100				
		125				
Acero	7.800	1		0,1	0,2	0,1
		2	—	0,3	0,3	0,2
		3		0,5	0,5	0,3
		4	—	0,7	0,7	0,4
		5		0,9	0,9	0,5
		10				0,9
		20				1,7
		30				2,5
		40				3,3
		50	—			4,0

Extraído de *Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico (Guía de Seguridad Nº 5.11).*

Tabla 82

Carga de Trabajo Semanal (Wtot) en función de la Sala y la tensión del equipo (kV). Parte 1.

kVp[a]	Radiography Room[b]			Fluoro. Tube (R&F room)[c]	Rad Tube (R&F room)[c]	Chest Room	Mammo. Room	Cardiac Angiography	Peripheral Angiography[d]
	Rad Room (all barriers)	Rad Room (chest bucky)	Rad Room (floor or other barriers)						
25	0	0	0	0	0	0	9.25×10^{-1}	0	0
30	0	0	0	0	0	0	4.67	0	0
35	0	0	0	0	0	0	1.10	0	0
40	1.38×10^{-4}	0	1.38×10^{-4}	0	0	0	0	0	0
45	7.10×10^{-4}	0	7.10×10^{-4}	0	5.78×10^{-4}	0	0	0	0
50	8.48×10^{-3}	6.78×10^{-3}	1.70×10^{-3}	0	7.65×10^{-4}	0	0	3.40×10^{-1}	8.94×10^{-2}
55	1.09×10^{-2}	4.56×10^{-4}	1.04×10^{-2}	7.02×10^{-2}	7.26×10^{-4}	0	0	4.20×10^{-1}	3.98×10^{-2}
60	9.81×10^{-2}	8.96×10^{-3}	8.91×10^{-2}	1.13×10^{-1}	1.52×10^{-2}	0	0	1.96	6.99×10^{-1}
65	1.04×10^{-1}	3.42×10^{-2}	7.00×10^{-2}	1.87×10^{-1}	2.52×10^{-2}	0	0	4.55	1.50×10^{1}
70	4.58×10^{-1}	7.25×10^{-2}	3.85×10^{-1}	1.45×10^{-1}	8.89×10^{-2}	2.02×10^{-2}	0	6.03	1.22×10^{1}
75	5.01×10^{-1}	9.53×10^{-2}	4.05×10^{-1}	1.94×10^{-1}	2.24×10^{-1}	2.36×10^{-3}	0	8.02	1.53×10^{1}
80	5.60×10^{-1}	1.40×10^{-1}	4.20×10^{-1}	1.72	4.28×10^{-1}	0	0	2.54×10^{1}	1.10×10^{1}
85	3.15×10^{-1}	6.62×10^{-2}	2.49×10^{-1}	2.19	2.18×10^{-1}	7.83×10^{-4}	0	4.03×10^{1}	4.09
90	1.76×10^{-1}	1.41×10^{-2}	1.62×10^{-1}	1.46	5.33×10^{-2}	0	0	2.10×10^{1}	3.43
95	2.18×10^{-2}	3.51×10^{-3}	1.82×10^{-2}	1.15	4.89×10^{-2}	0	0	1.06×10^{1}	6.73×10^{-1}

Extraído de *Structural shielding design for medical X-ray imaging facilities* (Report Nº 147).

Tabla 83

Carga de Trabajo Semanal (Wtot) en función de la Sala y la tensión del equipo (kV). Parte 2.

kVp[a]	Radiography Room[b]			*Fluoro. Tube (R&F room)*[c]	*Rad Tube (R&F room)*[c]	*Chest Room*	*Mammo. Room*	*Cardiac Angiography*	*Peripheral Angiography*[d]
	Rad Room (all barriers)	*Rad Room (chest bucky)*	*Rad Room (floor or other barriers)*						
100	1.55×10^{-2}	8.84×10^{-4}	1.46×10^{-2}	1.12	5.87×10^{-2}	3.01×10^{-2}	0	7.40	1.53
105	3.48×10^{-3}	1.97×10^{-3}	1.51×10^{-3}	9.64×10^{-1}	1.05×10^{-2}	0	0	7.02	9.27×10^{-2}
110	1.05×10^{-2}	9.91×10^{-3}	5.51×10^{-4}	7.47×10^{-1}	6.46×10^{-2}	2.14×10^{-2}	0	6.59	3.05×10^{-2}
115	4.10×10^{-2}	3.74×10^{-2}	3.69×10^{-3}	1.44	2.90×10^{-2}	9.36×10^{-2}	0	1.38×10^{1}	0
120	6.99×10^{-2}	5.12×10^{-2}	1.87×10^{-2}	9.37×10^{-1}	1.04×10^{-1}	4.74×10^{-2}	0	3.35	0
125	4.84×10^{-2}	4.81×10^{-2}	3.47×10^{-4}	1.38×10^{-1}	8.13×10^{-2}	0	0	2.75	0
130	1.84×10^{-3}	1.71×10^{-3}	1.25×10^{-4}	1.53×10^{-1}	4.46×10^{-2}	0	0	3.1×10^{-2}	0
135	7.73×10^{-3}	7.73×10^{-3}	0	1.46×10^{-1}	9.47×10^{-3}	0	0	0	0
140	0	0	0	1.92×10^{-2}	4.26×10^{-3}	0	0	0	0
Total workload:[e]	2.5	0.60	1.9	13	1.5	0.22	6.7	160	64
Patients per week:[f]	110 (Radiography Room)			18	23	210	47	19	21

[a]The *kVp* refers to the highest operating potential in the 5 kVp-wide bin.
[b]The three columns under Radiography Room tabulate the workload distribution for all barriers in the room, for just the wall holding the chest bucky, and for all other barriers exclusive of the wall with the chest bucky.
[c]R&F is a room that contains both radiographic and fluoroscopic equipment.
[d]The data in this Table for *Peripheral Angiography* also apply to *Neuroangiography*.
[e]The total workload per patient (W_{norm}) for the room type (in mA min patient^{-1}).
[f]The number of patients per week is the mean value from the survey (Simpkin, 1996a).

Extraído de *Structural shielding design for medical X-ray imaging facilities* (Report Nº 147).

Tabla 84

Kerma primario en aire por paciente a 1 m, calculada para una distribución de la carga de trabajo en función de la carga total para distintas salas.

Workload Distribution[a]	W_{norm} (mA min patient^{-1})[b,c]	K_P^1 (mGy patient^{-1})[d]
Rad Room (chest bucky)	0.6	2.3
Rad Room (floor or other barriers)	1.9	5.2
Rad Tube (R&F Room)	1.5	5.9
Chest Room	0.22	1.2

[a]The workload distributions are those surveyed by AAPM TG9 (Simpkin, 1996a), given in Table 4.2.
[b]As discussed in Section 4.1.4, values of W_{norm} given in this Table can be modified by use of a multiplier term W_{site}/W_{norm} if necessary to allow for different workloads per patient at a particular site.
[c]For the indicated clinical installations, W_{norm} is the average workload per patient.
[d]These values for primary air kerma ignore the attenuation available in the radiographic table and image receptor.

Extraído de *Structural shielding design for medical X-ray imaging facilities* (Report Nº 147).

Tabla 85

Parámetros de ajuste de transmisión α, β, γ, en función del material y la tensión del equipo de Rayos X. Parte 1.

Workload Distribution[a]	Lead			Concrete[b]			Gypsum Wallboard		
	α (mm^{-1})	β (mm^{-1})	γ	α (mm^{-1})	β (mm^{-1})	γ	α (mm^{-1})	β (mm^{-1})	γ
Rad Room (all barriers)	2.346	1.590×10^{1}	4.982×10^{-1}	3.626×10^{-2}	1.429×10^{-1}	4.932×10^{-1}	1.420×10^{-2}	5.781×10^{-2}	7.445×10^{-1}
Rad Room (chest bucky)	2.264	1.308×10^{1}	5.600×10^{-1}	3.552×10^{-2}	1.177×10^{-1}	6.007×10^{-1}	1.278×10^{-2}	4.848×10^{-2}	8.609×10^{-1}
Rad Room (floor or other barriers)	2.651	1.656×10^{1}	4.585×10^{-1}	3.994×10^{-2}	1.448×10^{-1}	4.231×10^{-1}	1.679×10^{-2}	6.124×10^{-2}	7.356×10^{-1}
Fluoroscopy Tube (R&F room)	2.347	1.267×10^{1}	6.149×10^{-1}	3.616×10^{-2}	9.721×10^{-2}	5.186×10^{-1}	1.340×10^{-2}	4.283×10^{-2}	8.796×10^{-1}
Rad Tube (R&F room)	2.295	1.300×10^{1}	5.573×10^{-1}	3.549×10^{-2}	1.164×10^{-1}	5.774×10^{-1}	1.300×10^{-2}	4.778×10^{-2}	8.485×10^{-1}
Chest Room	2.283	1.074×10^{1}	6.370×10^{-1}	3.622×10^{-2}	7.766×10^{-2}	5.404×10^{-1}	1.286×10^{-2}	3.505×10^{-2}	9.356×10^{-1}
Mammography Room	3.060×10^{1}	1.776×10^{2}	3.308×10^{-1}	2.577×10^{-1}	1.765	3.644×10^{-1}	9.148×10^{-2}	7.090×10^{-1}	3.459×10^{-1}
Cardiac Angiography	2.389	1.426×10^{1}	5.948×10^{-1}	3.717×10^{-2}	1.087×10^{-1}	4.879×10^{-1}	1.409×10^{-2}	4.814×10^{-2}	8.419×10^{-1}
Peripheral Angiography[c]	2.728	1.852×10^{1}	4.614×10^{-1}	4.292×10^{-2}	1.538×10^{-1}	4.236×10^{-1}	1.774×10^{-2}	6.449×10^{-2}	7.158×10^{-1}

Extraído de *Structural shielding design for medical X-ray imaging facilities* (Report Nº 147).

Tabla 86

Parámetros de ajuste de transmisión α, β, γ, en función del material y la tensión del equipo de Rayos X. Parte 2.

Workload Distribution[a]	Steel			Plate Glass			Wood		
	α (mm^{-1})	β (mm^{-1})	γ	α (mm^{-1})	β (mm^{-1})	γ	α (mm^{-1})	β (mm^{-1})	γ
Rad Room (all barriers)	2.163×10^{-1}	3.101	5.745×10^{-1}	3.907×10^{-2}	1.069×10^{-1}	5.940×10^{-1}	7.616×10^{-3}	7.670×10^{-4}	1.027
Rad Room (chest bucky)	2.179×10^{-1}	2.677	7.209×10^{-1}	3.762×10^{-2}	9.751×10^{-2}	7.867×10^{-1}	7.142×10^{-3}	3.080×10^{-4}	1.617
Rad Room (floor or other barriers)	2.535×10^{-1}	2.740	4.297×10^{-1}	4.361×10^{-2}	1.082×10^{-1}	5.463×10^{-1}	7.915×10^{-3}	8.800×10^{-4}	9.790×10^{-1}
Fluoroscopy Tube (R&F room)	2.323×10^{-1}	2.190	6.509×10^{-1}	3.901×10^{-2}	8.588×10^{-2}	8.081×10^{-1}	7.089×10^{-3}	4.740×10^{-4}	1.580
Rad Tube (R&F room)	2.126×10^{-1}	2.568	6.788×10^{-1}	3.778×10^{-2}	9.365×10^{-2}	7.483×10^{-1}	7.162×10^{-3}	4.110×10^{-4}	1.541
Chest Room	2.500×10^{-1}	1.989	7.721×10^{-1}	3.866×10^{-2}	7.721×10^{-2}	9.843×10^{-1}	7.650×10^{-3}	-9.800×10^{-4}	8.083×10^{-2}
Mammography Room	5.998	4.291×10^{1}	3.927×10^{-1}	2.467×10^{-1}	1.654	3.694×10^{-1}	1.914×10^{-2}	4.166×10^{-2}	2.858×10^{-1}
Cardiac Angiography	2.533×10^{-1}	2.461	6.243×10^{-1}	4.025×10^{-2}	9.482×10^{-2}	7.523×10^{-1}	7.303×10^{-3}	7.220×10^{-4}	1.204
Peripheral Angiography[c]	3.670×10^{-1}	3.260	5.036×10^{-1}	4.642×10^{-2}	1.203×10^{-1}	5.763×10^{-1}	8.103×10^{-3}	8.440×10^{-4}	9.754×10^{-1}

[a]The workload distributions are those surveyed by AAPM TG9 (Simpkin, 1996a), listed in Table 4.2.
[b]Note that the fitting parameters for concrete assume standard-weight concrete.
[c]The data in this Table for *Peripheral Angiography* also apply to *Neuroangiography*.

Extraído de *Structural shielding design for medical X-ray imaging facilities* (Report Nº 147).

	Observación de las dosificaciones trabajables (SA).
	Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).
	Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).
	Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).
	Observación del revenimiento (CA=4%)
	Observación del revenimiento (CA=1,5%)
	Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

Grupo	**x**	**y**	**z**	**% de Arena**	**% de Barita**	**a/c**	**% de Aditivo**
1	1	1	1	100	0	0,3	0
2	1	2	1	100	0	0,4	0
3	1	3	1	100	0	0,5	0
4	1	4	1	100	0	0,6	0
5	1	5	1	100	0	0,7	0
6	1	6	1	100	0	0,8	0
7	1	7	1	100	0	0,9	0
8	1	8	1	100	0	1	0
9	2	1	1	92	8	0,3	0
10	2	2	1	92	8	0,4	0
11	2	3	1	92	8	0,5	0
12	2	4	1	92	8	0,6	0
13	2	5	1	92	8	0,7	0
14	2	6	1	92	8	0,8	0
15	2	7	1	92	8	0,9	0
16	2	8	1	92	8	1	0
17	3	1	1	80	20	0,3	0
18	3	2	1	80	20	0,4	0
19	3	3	1	80	20	0,5	0
20	3	4	1	80	20	0,6	0
21	3	5	1	80	20	0,7	0
22	3	6	1	80	20	0,8	0
23	3	7	1	80	20	0,9	0
24	3	8	1	80	20	1	0
25	4	1	1	50	50	0,3	0
26	4	2	1	50	50	0,4	0
27	4	3	1	50	50	0,5	0
28	4	4	1	50	50	0,6	0
29	4	5	1	50	50	0,7	0
30	4	6	1	50	50	0,8	0
31	4	7	1	50	50	0,9	0
32	4	8	1	50	50	1	0

	Observación de las dosificaciones trabajables (SA).
	Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).
	Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).
	Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).
	Observación del revenimiento (CA=4%)
	Observación del revenimiento (CA=1,5%)
	Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

Grupo	x	y	z	% de Arena	% de Barita	a/c	% de Aditivo
33	1	1	2	100	0	0,3	0,8
34	1	2	2	100	0	0,4	0,8
35	1	3	2	100	0	0,5	0,8
36	1	4	2	100	0	0,6	0,8
37	1	5	2	100	0	0,7	0,8
38	1	6	2	100	0	0,8	0,8
39	1	7	2	100	0	0,9	0,8
40	1	8	2	100	0	1	0,8
41	2	1	2	92	8	0,3	0,8
42	2	2	2	92	8	0,4	0,8
43	2	3	2	92	8	0,5	0,8
44	2	4	2	92	8	0,6	0,8
45	2	5	2	92	8	0,7	0,8
46	2	6	2	92	8	0,8	0,8
47	2	7	2	92	8	0,9	0,8
48	2	8	2	92	8	1	0,8
49	3	1	2	80	20	0,3	0,8
50	3	2	2	80	20	0,4	0,8
51	3	3	2	80	20	0,5	0,8
52	3	4	2	80	20	0,6	0,8
53	3	5	2	80	20	0,7	0,8
54	3	6	2	80	20	0,8	0,8
55	3	7	2	80	20	0,9	0,8
56	3	8	2	80	20	1	0,8
57	4	1	2	50	50	0,3	0,8
58	4	2	2	50	50	0,4	0,8
59	4	3	2	50	50	0,5	0,8
60	4	4	2	50	50	0,6	0,8
61	4	5	2	50	50	0,7	0,8
62	4	6	2	50	50	0,8	0,8
63	4	7	2	50	50	0,9	0,8
64	4	8	2	50	50	1	0,8

	Observación de las dosificaciones trabajables (SA).
	Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).
	Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).
	Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).
	Observación del revenimiento (CA=4%)
	Observación del revenimiento (CA=1,5%)
	Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

Grupo	x	y	z	% de Arena	% de Barita	a/c	% de Aditivo
65	1	1	3	100	0	0,3	1,5
66	1	2	3	100	0	0,4	1,5
67	1	3	3	100	0	0,5	1,5
68	1	4	3	100	0	0,6	1,5
69	1	5	3	100	0	0,7	1,5
70	1	6	3	100	0	0,8	1,5
71	1	7	3	100	0	0,9	1,5
72	1	8	3	100	0	1	1,5
73	2	1	3	92	8	0,3	1,5
74	2	2	3	92	8	0,4	1,5
75	2	3	3	92	8	0,5	1,5
76	2	4	3	92	8	0,6	1,5
77	2	5	3	92	8	0,7	1,5
78	2	6	3	92	8	0,8	1,5
79	2	7	3	92	8	0,9	1,5
80	2	8	3	92	8	1	1,5
81	3	1	3	80	20	0,3	1,5
82	3	2	3	80	20	0,4	1,5
83	3	3	3	80	20	0,5	1,5
84	3	4	3	80	20	0,6	1,5
85	3	5	3	80	20	0,7	1,5
86	3	6	3	80	20	0,8	1,5
87	3	7	3	80	20	0,9	1,5
88	3	8	3	80	20	1	1,5
89	4	1	3	50	50	0,3	1,5
90	4	2	3	50	50	0,4	1,5
91	4	3	3	50	50	0,5	1,5
92	4	4	3	50	50	0,6	1,5
93	4	5	3	50	50	0,7	1,5
94	4	6	3	50	50	0,8	1,5
95	4	7	3	50	50	0,9	1,5
96	4	8	3	50	50	1	1,5

	Observación de las dosificaciones trabajables (SA).
	Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).
	Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).
	Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).
	Observación del revenimiento (CA=4%)
	Observación del revenimiento (CA=1,5%)
	Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

Grupo	x	y	z	% de Arena	% de Barita	a/c	% de Aditivo
97	1	1	4	100	0	0,3	3
98	1	2	4	100	0	0,4	3
99	1	3	4	100	0	0,5	3
100	1	4	4	100	0	0,6	3
101	1	5	4	100	0	0,7	3
102	1	6	4	100	0	0,8	3
103	1	7	4	100	0	0,9	3
104	1	8	4	100	0	1	3
105	2	1	4	92	8	0,3	3
106	2	2	4	92	8	0,4	3
107	2	3	4	92	8	0,5	3
108	2	4	4	92	8	0,6	3
109	2	5	4	92	8	0,7	3
110	2	6	4	92	8	0,8	3
111	2	7	4	92	8	0,9	3
112	2	8	4	92	8	1	3
113	3	1	4	80	20	0,3	3
114	3	2	4	80	20	0,4	3
115	3	3	4	80	20	0,5	3
116	3	4	4	80	20	0,6	3
117	3	5	4	80	20	0,7	3
118	3	6	4	80	20	0,8	3
119	3	7	4	80	20	0,9	3
120	3	8	4	80	20	1	3
121	4	1	4	50	50	0,3	3
122	4	2	4	50	50	0,4	3
123	4	3	4	50	50	0,5	3
124	4	4	4	50	50	0,6	3
125	4	5	4	50	50	0,7	3
126	4	6	4	50	50	0,8	3
127	4	7	4	50	50	0,9	3
128	4	8	4	50	50	1	3

	Observación de las dosificaciones trabajables (SA).
	Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).
	Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).
	Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).
	Observación del revenimiento (CA=4%)
	Observación del revenimiento (CA=1,5%)
	Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

Grupo	x	y	z	% de Arena	% de Barita	a/c	% de Aditivo
129	1	1	5	100	0	0,3	4
130	1	2	5	100	0	0,4	4
131	1	3	5	100	0	0,5	4
132	1	4	5	100	0	0,6	4
133	1	5	5	100	0	0,7	4
134	1	6	5	100	0	0,8	4
135	1	7	5	100	0	0,9	4
136	1	8	5	100	0	1	4
137	2	1	5	92	8	0,3	4
138	2	2	5	92	8	0,4	4
139	2	3	5	92	8	0,5	4
140	2	4	5	92	8	0,6	4
141	2	5	5	92	8	0,7	4
142	2	6	5	92	8	0,8	4
143	2	7	5	92	8	0,9	4
144	2	8	5	92	8	1	4
145	3	1	5	80	20	0,3	4
146	3	2	5	80	20	0,4	4
147	3	3	5	80	20	0,5	4
148	3	4	5	80	20	0,6	4
149	3	5	5	80	20	0,7	4
150	3	6	5	80	20	0,8	4
151	3	7	5	80	20	0,9	4
152	3	8	5	80	20	1	4
153	4	1	5	50	50	0,3	4
154	4	2	5	50	50	0,4	4
155	4	3	5	50	50	0,5	4
156	4	4	5	50	50	0,6	4
157	4	5	5	50	50	0,7	4
158	4	6	5	50	50	0,8	4
159	4	7	5	50	50	0,9	4
160	4	8	5	50	50	1	4

	Observación de las dosificaciones trabajables (SA).
	Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).
	Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).
	Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).
	Observación del revenimiento (CA=4%)
	Observación del revenimiento (CA=1,5%)
	Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

Grupo	x	y	z	% de Arena	% de Barita	a/c	% de Aditivo
161	1	1	6	100	0	0,3	5
162	1	2	6	100	0	0,4	5
163	1	3	6	100	0	0,5	5
164	1	4	6	100	0	0,6	5
165	1	5	6	100	0	0,7	5
166	1	6	6	100	0	0,8	5
167	1	7	6	100	0	0,9	5
168	1	8	6	100	0	1	5
169	2	1	6	92	8	0,3	5
170	2	2	6	92	8	0,4	5
171	2	3	6	92	8	0,5	5
172	2	4	6	92	8	0,6	5
173	2	5	6	92	8	0,7	5
174	2	6	6	92	8	0,8	5
175	2	7	6	92	8	0,9	5
176	2	8	6	92	8	1	5
177	3	1	6	80	20	0,3	5
178	3	2	6	80	20	0,4	5
179	3	3	6	80	20	0,5	5
180	3	4	6	80	20	0,6	5
181	3	5	6	80	20	0,7	5
182	3	6	6	80	20	0,8	5
183	3	7	6	80	20	0,9	5
184	3	8	6	80	20	1	5
185	4	1	6	50	50	0,3	5
186	4	2	6	50	50	0,4	5
187	4	3	6	50	50	0,5	5
188	4	4	6	50	50	0,6	5
189	4	5	6	50	50	0,7	5
190	4	6	6	50	50	0,8	5
191	4	7	6	50	50	0,9	5
192	4	8	6	50	50	1	5

ANEXO C: Agregado Grueso de Piedra Barita

Fotografía 19

Cotización y Datos técnicos del Agregado Grueso de piedra Barita.

INDUSTRIA BOLIVIANA DE CALCAREOS S.R.L.

IBOCAL

EXTRACCIÓN / PROCESAMIENTO / TRANSFORMACIÓN
DE MINERALES INDUSTRIALES
MINERALES INDUSTRIALES, AGROPECUARIOS Y DE PERFORACIÓN
LODOS PETROLEROS, BARITINA, CALCITA, YESO, DOLOMITA, CEMENTO,
CEMENTO COLA, CAL VIVA, CAL HIDRATADA.

02612/20

Cochabamba 26 de Octubre 2020

Señores:
Arq. Gonzalo Salguero
Tel. 69075840 salguero_gonzalo@hotmail.com
Santa Cruz.-

Ref: COTIZACIÓN DE BARITINA

De nuestra mayor consideración: En atención vuestra solicitud nos permitimos hacerle llegar la siguiente oferta de Baritina –Sulfato de Bario -:

PRODUCTO: *Baritina -Sulfato de Bario-*

CARACTERISTICAS TECNICAS:
Sulfato de Bario Molido : ***Baritina –Tipo Grava-***
Densidad Min: 4.20 (Típico . 4.23 - 4.30)
CANTIDAD: 320 TON
PRECIO: Baritina tipo Grava : *$us/Tonelada 113,00.- Puestos* ***Santa Cruz***
Cargado sobre camión
El precio incluye impuestos de Ley

ENVASES: *Big Bags a medio uso.*

ENTREGA: *10 DÍAS PREVIA RECEPCION DE PAGO*

FORMA DE PAGO: *Al colocar el Pedido.*

Cta Corriente: Bs. Nº 404540-001-3. /Banco Bisa
Nombre: Industria Boliviana de Calcareos SRL

Sin otro particular, te hago llegar un cordial saludo, atentamente,

SERGIO J.S. ANDRADE
IBOCAL S.R.L.

COCHABAMBA: Av. Santa Cruz esq. Beni, Edif. Comercial Center, Piso: 3 Of. 2 • Telfs.: (591-4) 4487091 • Telf./Fax: (591-4) 4485147
PLANTA INDUSTRIAL SANTIVAÑEZ: Parque Industrial Santivañez, Avenida V (Manzano K) entre Av. de I y VII
E-mail: ibocal@calco-bolivia.com www.calco-bolivia.com

Fotografía 20

Descarga del agregado Grueso de piedra Barita en la ciudad de Tarija.

Elaboración propia.

Fotografía 21

Ensayo de Granulometría del agregado grueso de piedra Barita.

Elaboración propia.

Fotografía 22

Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso de piedra Barita.

Elaboración propia.

Fotografía 23

Ensayo de Peso Unitario del agregado grueso de piedra Barita.

Elaboración propia.

ANEXO D: Barita Molida

Fotografía 24

Cotización y Datos técnicos del Agregado Grueso de piedra Barita.

INDUSTRIA BOLIVIANA DE CALCAREOS S.R.L.

IBOCAL

EXTRACCIÓN / PROCESAMIENTO / TRANSFORMACIÓN
DE MINERALES INDUSTRIALES
MINERALES INDUSTRIALES, AGROPECUARIOS Y DE PERFORACIÓN
LODOS PETROLEROS, BARITINA, CALCITA, YESO, DOLOMITA, CEMENTO,
CEMENTO COLA, CAL VIVA, CAL HIDRATADA.

02613/20

Cochabamba 26 de Octubre 2020

Señores:
Arq. Gonzalo Salguero
Tel. 69075840 salguero_gonzalo@hotmail.com
Santa Cruz.-

Ref: COTIZACIÓN DE BARITINA

De nuestra mayor consideración: En atención vuestra solicitud nos permitimos hacerle llegar la siguiente oferta de Baritina –Sulfato de Bario -:

PRODUCTO: *Baritina -Sulfato de Bario-*

CARACTERISTICAS TECNICAS:
Sulfato de Bario Molido : ***Baritina Molida Malla Tyler # 200***
Max. 3% Retenido Malla Tyler# 200 ((típico 2.10%)
Densidad Min: 4.20 (Típico . 4.23 - 4.30)

CANTIDAD: 100 TON
PRECIO: Baritina Molioda : *$us/Tonelada 117,00.- Puestos* ***Santa Cruz***
Cargado sobre camión
El precio incluye impuestos de Ley

ENVASES: *Big Bags a medio uso.*

ENTREGA: ***6*** *DÍAS PREVIA RECEPCION DE PAGO*

FORMA DE PAGO*: Al colocar el Pedido.*

Cta Corriente: Bs. Nº 404540-001-3. /Banco Bisa
Nombre: Industria Boliviana de Calcareos SRL

Sin otro particular, te hago llegar un cordial saludo, atentamente,

SERGIO J.S. ANDRADE
IBOCAL S.R.L.

COCHABAMBA: Av. Santa Cruz esq. Beni, Edif. Comercial Center, Piso: 3 Of. 2 • Telfs.: (591-4) 4487091 • Telf./Fax: (591-4) 4485147
PLANTA INDUSTRIAL SANTIVAÑEZ: Parque Industrial Santivañez, Avenida V (Manzano K) entre Av. de I y VII
E-mail: ibocal@calco-bolivia.com **www.calco-bolivia.com**

Elaboración propia.

Fotografía 25

Descarga de la Barita Molida en la ciudad de Tarija.

Elaboración propia.

Fotografía 26

Determinación del porcentaje de material que pasa el tamiz #200

Elaboración propia.

ANEXO E: Agregado grueso convencional, agregado fino convencional y Cemento

Fotografía 27

Rod Tap y serie de tamices utilizados para el ensayo de granulometría del agregado grueso convencional.

Elaboración propia.

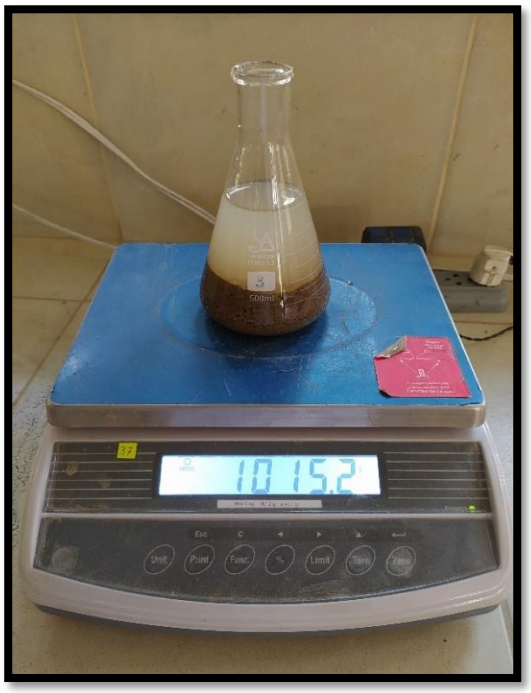
Fotografía 28

Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso convencional.

Elaboración propia.

Fotografía 29

Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino convencional.



Elaboración propia.

Fotografía 30

Ensayo de porcentaje de desgaste con la máquina de los Ángeles.

Elaboración propia.

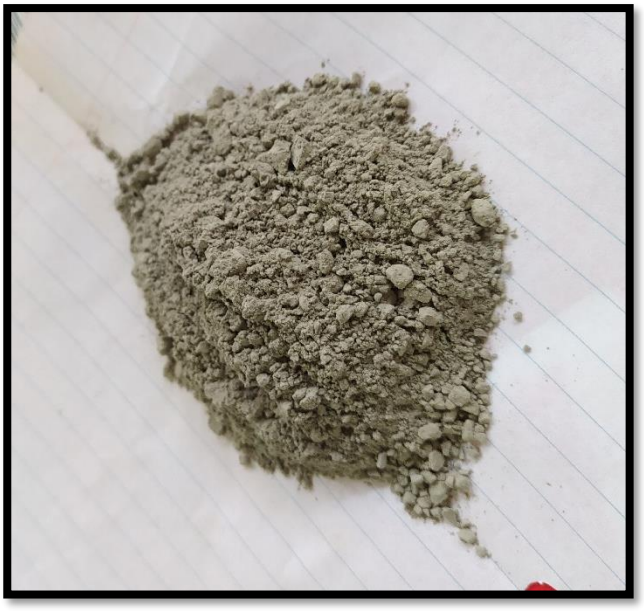
Fotografía 31

Ensayo de contenido de humedad del agregado fino convencional.

Elaboración propia.

Fotografía 32

Cemento El puente 1P.



Elaboración propia.

Fotografía 33

Ensayo de peso específico del cemento hidráulico.

Elaboración propia.

ANEXO F: Aditivo Súper plastificante y Retardante ULGEFLUID 3100R

Fotografía 34

Ficha técnica del aditivo ULGEFLUID 3100R.

ULGEFLUID® 3100R

Aditivo Súper plastificante con Retardador

Rev. Julio 2020

1. DESCRIPCIÓN

ULGEFLUID® 3100R es un aditivo líquido, listo para aplicar en el hormigón, de altísimo poder dispersante. Proporciona elevado aumento en la plasticidad de la mezcla, retarda las características originales del tiempo de inicio de fraguado. Compatible con todos los tipos de cemento Portland.

Cumple con los requisitos de la norma ASTM C494 (Tipo D) y NBR 11.768/2011.

2. BENEFICIOS

- Reducción del agua de amasamiento;
- Retarda el inicio del fraguado;
- Mejora la viscosidad del hormigón;
- Facilidad para bombear y adensar;
- Aumento de la resistencia mecánica final;
- Aumenta el módulo de elasticidad;
- Reducción de la permeabilidad;
- Reduce el potencial de retractación;
- Aumenta la durabilidad de las piezas hormigonadas.

3. APLICACIÓN

- Hormigón bombeado;
- Hormigón premezclado;
- Hormigón para prefabricados;
- Hormigón para pisos industriales;
- Hormigón tensado.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES	UNIDAD
ASPECTO	Líquido marrón claro	n/hay
PH	7,4 - 9,4	n/hay
DENSIDAD	1,15 - 1,21	Kg/l
SÓLIDOS	35,29 - 38,93	%

5. INSTRUCCIONES

ULGEFLUID® 3100R Añadir preferiblemente al final del mezclado de los componentes del hormigón, o diluir en la segunda adición del agua de amasamiento. Nunca agregar al cemento o agregado secos.

ULGEFLUID® 3100R es compatible con todos los aditivos de la línea **ULGETEC**, excepto con modificadores de viscosidad a base de polímeros orgánicos de alto peso molecular.

6. CONSUMO

La dosis recomendable de **ULGEFLUID® 3100R** es de 0,8 % en relación al peso del cemento. Puede variar de 0,5 a 1,5 %, conforme al tipo de cemento y la reducción de agua pretendida.

Indispensable realizar ensayos previos de laboratorio para determinar la dosis ideal para cada caso.

Elaboración propia.

Fotografía 35

Cotización del aditivo ULGEFLUID 3100R.

ADITIVOS E IMPERMEABILIZANTES
ULGETEC
PARA OBRAS RESPONSABLES

FACTURA PROFORMA

Nº 84.2021

FECHA:	Santa Cruz de la Sierra, 06 de mayo del 2021
ATT:	Juan Gabriel Fernandez
OBRA:	Universidad Juan Misael (Tarija)

DATOS BANCARIOS

ULGETEC SRL
NIT 153022029
Cta. Cte. En Bolivianos
BNB 2000148213
FASSIL 115621

Nº	PRODUCTO	FUNCIÓN	PRESENTACION			PRECIOS		PRESUPUESTO		
			Envase	Cant.	Unid.	Bs/Unid.	Bs/Env	Nº Env.	Bs. Env.	Bs.TOTAL
1	ULGEFUID 3100 R	Super Plastf.con Retardador	Tambor	236	kg	13,00	3.068,00	1	3.068,00	3.068,00
								TOTAL BS		3.868,00

Obs ENTREGA EN 24 HORAS
ACOMPAÑA FACTURA Y CERTIFICADO DE CALIDAD

Tatiana Zabala Saavedra
Ejecutiva de Venta
Cel. 77829246

Av. Beni entre 4to y 5to anillo Calle 4 Nº 7, Barrio La Merced · Telf. (3) 3 886463 Cel/Whatsapp. 774-06578 / 77829246
Email: ventas@ulgetec.com.bo / juancarloscamacho@ulgetec.com.bo
www.ulgetec.com.bo - Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

Elaboración Propia.

Fotografía 36

Aditivo ULGEGLUID 3100R.

Elaboración propia.

Fotografía 37

Utilización del aditivo ULGEFLUID 3100R en Hormigón Baritado (dosificación de empresa privada).

Elaboración propia.

ANEXO G: Diseño de la mezcla y elaboración del Hormigón Baritado y Convencional

Fotografía 38

Dosificación de prueba con 100% de Barita Molida en reemplazo de arena.

Elaboración propia.

Fotografía 39

Hormigón Baritado con 50% de Barita molida, sin aditivo, con relación a/c= 0,4.

Elaboración propia.

Fotografía 40

Hormigón Baritado con 50% de Barita molida, sin aditivo, con relación a/c= 1.

Elaboración propia.

Fotografía 41

Proporciones de materiales para la dosificación del Hormigón Baritado.

Elaboración propia.

Fotografía 42

Determinación del contenido de aire en el Hormigón.

Elaboración propia.

Fotografía 43

Determinación de la Densidad en estado fresco del Hormigón (Baritado o Convencional).

Elaboración propia.

Fotografía 44

Mezclado del Hormigón Baritado y Convencional.

Elaboración propia.

Fotografía 45

Moldes de acero de 0,7mm de espesor para la elaboración de placas.

Elaboración propia.

Fotografía 46

Placas de Hormigón Baritado (dosificación 92) y Hormigón Convencional.

Elaboración propia.

Fotografía 47

Probetas cilíndricas de Hormigón Baritado.

Elaboración propia.

Fotografía 48

Curado por Sumersión de probetas y placas.

Elaboración propia.

Fotografía 49

Ruptura de Probetas con Prensa Neumática del Laboratorio de Hormigón de la UAJMS.

Elaboración propia.

Fotografía 50

Estructura de acero para la sujeción de las placas y almacenamiento del Dosímetro.

Elaboración propia.

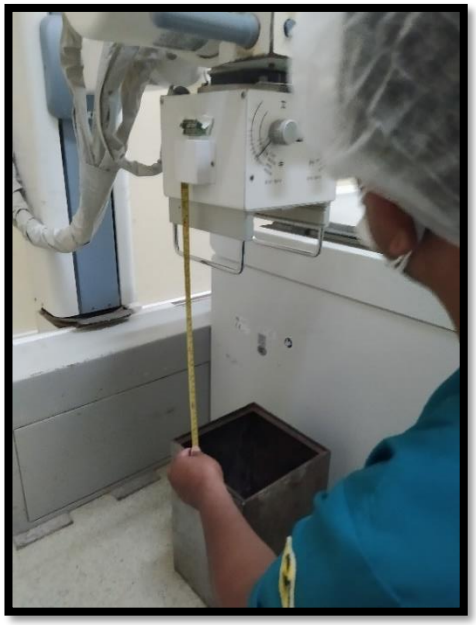
Fotografía 51

Ajuste del diafragma del equipo de Rayos X.

Elaboración propia.

Fotografía 52

Medición de la distancia a la fuente de Rayos X.



Elaboración propia.

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	411	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,30	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	0,715	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

No Trabajable

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	421	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,40	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	0,950	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

No Trabajable

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	431	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,50	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	1,190	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

No Trabajable

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	441	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	1,430	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

No Trabajable

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	451	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,70	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	1,665	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

No Trabajable

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	461	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,80	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	1,905	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	30
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

Trabajable

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	471	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,90	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	2,145	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	52
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

Trabajable - Presencia de Sangrado

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de las dosificaciones trabajables (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	481	Numero de probetas	0
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	1	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,0077

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
2,380	2,380	12,945	5,315	5,315	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)				Asentamiento (mm)	115
Peso de molde (kg)				Contenido de Aire (%)	
Densidad (g/cm3)				Densidad prom. (g/cm3)	

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)	

Trabajable - Bastante sangrado

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	161	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	100%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	0%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,80	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	6,230	42,335	34,775	0,000	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)	23,37	22,34	22,86	Asentamiento (mm)	5
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	3,40
Densidad (g/cm3)	2,78	2,64	2,71	Densidad prom. (g/cm3)	2,71

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
1611	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,40	8,51
1612	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,40	7,44
1613	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,30	8,12

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	261	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	92%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	8%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,8	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	6,230	42,335	31,995	2,780	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)	23,44	23,49	23,12	Asentamiento (mm)	7
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	3,30
Densidad (g/cm3)	2,80	2,80	2,75	Densidad prom. (g/cm3)	2,78

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
2611	16/12/2020	13/01/2021	28	15,10	30,40	8,14
2612	16/12/2020	13/01/2021	28	15,10	30,40	8,36
2613	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,50	8,24

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	361	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	80%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	20%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,8	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	6,230	42,335	27,820	6,955	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)	24,00	23,42	23,87	Asentamiento (mm)	7
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,40
Densidad (g/cm3)	2,88	2,79	2,86	Densidad prom. (g/cm3)	2,84

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
3611	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,60	8,80
3612	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,50	8,46
3613	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,50	8,92

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la densidad en las combinaciones Arena-Barita (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	461	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,8	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	6,230	42,335	17,390	17,390	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)	24,81	24,39	25,34	Asentamiento (mm)	5
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,40
Densidad (g/cm3)	2,99	2,93	3,07	Densidad prom. (g/cm3)	3,00

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4611	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,50	9,34
4612	16/12/2020	13/01/2021	28	15,20	30,50	9,56
4613	16/12/2020	13/01/2021	28	15,10	30,50	9,21

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	461	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,80	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	6,230	42,335	17,390	17,390	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)	25,25	24,49	24,79	Asentamiento (mm)	5
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,40
Densidad (g/cm3)	3,05	2,95	2,99	Densidad prom. (g/cm3)	3,00

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4611	15/12/2020	12/01/2021	28	15,20	30,50	9,34
4612	15/12/2020	12/01/2021	28	15,20	30,50	9,56
4613	15/12/2020	12/01/2021	28	15,10	30,50	9,21

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	471	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,90	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	7,010	42,335	17,390	17,390	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)	24,73	25,03	24,63	Asentamiento (mm)	50
Peso de molde (kg)		3,87		Contenido de Aire (%)	2,10
Densidad (g/cm3)	2,98	3,02	2,97	Densidad prom. (g/cm3)	2,99

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4711	15/12/2020	12/01/2021	28	15,10	30,40	7,09
4712	15/12/2020	12/01/2021	28	15,20	30,50	7,33
4713	15/12/2020	12/01/2021	28	15,10	30,40	7,11

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión simple a los 28 días (SA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	481	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	1	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	7,785	42,335	17,390	17,390	0,000

Peso de molde + mezcla (kg)	24,99	24,85	24,72	Asentamiento (mm)	80
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	1,70
Densidad (g/cm3)	3,02	3,00	2,98	Densidad prom. (g/cm3)	3,00

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4811	15/12/2020	12/01/2021	28	15,20	30,50	7,13
4812	15/12/2020	12/01/2021	28	15,30	30,40	6,76
4813	15/12/2020	12/01/2021	28	15,20	30,40	6,85

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	432	Numero de probetas	1
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,50	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	0,8%	Volumen Total (m3)	0,014

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
4,185	2,090	22,740	9,340	9,340	33,480

Peso de molde + mezcla (kg)	25,013	24,964	25,006	Asentamiento (mm)	0
Peso de molde (kg)	3,865			Contenido de Aire (%)	-
Densidad (g/cm3)	3,019	3,012	3,018	Densidad prom. (g/cm3)	3,02

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
432	06/01/2021	03/02/2021	28	15,20	30,40	17,16

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	433	Numero de probetas	1
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,5	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	1,5%	Volumen Total (m3)	0,014

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
4,185	2,090	22,740	9,340	9,340	62,775

Peso de molde + mezcla (kg)	25,18	25,15	25,17	Asentamiento (mm)	25
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	-
Densidad (g/cm3)	3,04	3,04	3,04	Densidad prom. (g/cm3)	3,04

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
433	06/01/2021	03/02/2021	28	15,20	30,30	17,99

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	434	Numero de probetas	1
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,5	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	3,0%	Volumen Total (m3)	0,014

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
4,185	2,090	22,740	9,340	9,340	125,550

Peso de molde + mezcla (kg)	25,19	25,31	25,29	Asentamiento (mm)	52
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	-
Densidad (g/cm3)	3,04	3,06	3,06	Densidad prom. (g/cm3)	3,05

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
434	06/01/2021	03/02/2021	28	15,10	29,90	18,09

Fraguado a los 5 días

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	435	Numero de probetas	1
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,5	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	4,0%	Volumen Total (m3)	0,014

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
4,185	2,090	22,740	9,340	9,340	167,400

Peso de molde + mezcla (kg)	25,48	25,38	25,34	Asentamiento (mm)	85
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	-
Densidad (g/cm3)	3,09	3,07	3,07	Densidad prom. (g/cm3)	3,07

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
435	06/01/2021	03/02/2021	28	15,20	29,90	21,53

Fraguado a los 5 días

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación de la resistencia a compresión y la densidad con el uso de aditivo súper plastificante (CA).

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	436	Numero de probetas	1
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,5	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	5,0%	Volumen Total (m3)	0,014

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
4,185	2,090	22,740	9,340	9,340	209,250

Peso de molde + mezcla (kg)	25,31	25,39	25,36	Asentamiento (mm)	115
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	-
Densidad (g/cm3)	3,06	3,07	3,07	Densidad prom. (g/cm3)	3,07

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
436	06/01/2021	03/02/2021	28	15,10	29,90	22,65

Fraguado a los 5 días

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación del revenimiento (CA=4%)

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	425	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,40	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	4%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	3,115	42,335	17,390	17,390	311,400

Peso de molde + mezcla (kg)	25,01	24,94	24,96	Asentamiento (mm)	25
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,70
Densidad (g/cm3)	3,02	3,01	3,01	Densidad prom. (g/cm3)	3,01

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4251	07/01/2021	04/02/2021	28	15,10	30,20	20,26
4252	07/01/2021	04/02/2021	28	15,10	30,30	24,69
4253	07/01/2021	04/02/2021	28	15,10	30,20	23,45

Fraguado > 4 dias

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación del revenimiento (CA=4%)

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	425,5	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,45	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	4%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	3,505	42,335	17,390	17,390	311,400

Peso de molde + mezcla (kg)	25,55	25,52	25,59	Asentamiento (mm)	135
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,40
Densidad (g/cm3)	3,10	3,09	3,10	Densidad prom. (g/cm3)	3,10

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
425,51	07/01/2021	04/02/2021	28	Se desarmó en piscina de curado		
425,52	07/01/2021	04/02/2021	28	Se desarmó en piscina de curado		
425,53	07/01/2021	04/02/2021	28	Se desarmó en piscina de curado		

Fraguado > 4 dias

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación del revenimiento (CA=4%)

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	435	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,50	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	4%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	3,895	42,335	17,390	17,390	311,400

Peso de molde + mezcla (kg)	25,57	25,60	25,57	Asentamiento (mm)	215
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,00
Densidad (g/cm3)	3,10	3,10	3,10	Densidad prom. (g/cm3)	3,10

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4351	07/01/2021	04/02/2021	28	Se desarmó en piscina de curado		
4352	07/01/2021	04/02/2021	28	Se desarmó en piscina de curado		
4353	07/01/2021	04/02/2021	28	Se desarmó en piscina de curado		

Fraguado > 4 dias

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación del revenimiento (CA=1,5%)

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	423	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,40	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	1,5%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	3,115	42,335	17,390	17,390	116,775

Peso de molde + mezcla (kg)	25,52	25,41	25,44	Asentamiento (mm)	23
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,40
Densidad (g/cm3)	3,09	3,08	3,08	Densidad prom. (g/cm3)	3,08

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4231	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,20	23,75
4232	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,20	27,03
4233	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,10	25,26

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación del revenimiento (CA=1,5%)

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	433	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,50	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	1,5%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	3,895	42,335	17,390	17,390	116,775

Peso de molde + mezcla (kg)	25,15	25,13	25,17	Asentamiento (mm)	38
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,20
Densidad (g/cm3)	3,04	3,04	3,04	Densidad prom. (g/cm3)	3,04

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4331	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,10	25,89
4332	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,20	24,59
4333	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,10	24,59

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Observación del revenimiento (CA=1,5%)

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	443	Numero de probetas	3
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	1,5%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,785	4,670	42,335	17,390	17,390	116,775

Peso de molde + mezcla (kg)	25,17	25,06	25,15	Asentamiento (mm)	62
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	1,90
Densidad (g/cm3)	3,04	3,03	3,04	Densidad prom. (g/cm3)	3,03

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
4431	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,20	19,77
4432	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,20	22,27
4433	13/01/2021	10/02/2021	28	15,10	30,20	22,26

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	443	Numero de probetas	8
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	1,5%	Volumen Total (m3)	0,054

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
16,795	10,080	91,320	37,505	37,505	251,925

Peso de molde + mezcla (kg)	25,25	25,21	25,20	Asentamiento (mm)	85
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,10
Densidad (g/cm3)	3,05	3,05	3,05	Densidad prom. (g/cm3)	3,05

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
443I	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,30	21,08
443II	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,20	23,3
443III	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,10	21,95
443V	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,10	15,83
443V	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,20	23,12
443VI	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,20	23,99
443VII	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,10	25,14
443VIII	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,20	24,2

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	443	Numero de probetas	7
Proncentaje de Arena (%)	50%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	1,5%	Volumen Total (m3)	0,049

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
14,995	8,995	81,525	33,485	33,485	224,925

Peso de molde + mezcla (kg)	25,25	25,21	25,20	Asentamiento (mm)	85
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	2,10
Densidad (g/cm3)	3,05	3,05	3,05	Densidad prom. (g/cm3)	3,05

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
443IX	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,00	23,45
443X	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,10	23,33
443XI	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,20	23,91
443XII	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,00	23,07
443XIII	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,10	23,08
443XIV	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,00	23,45
443XV	15/01/2021	12/02/2021	28	15,10	30,20	23,95

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Dosificación final de Hormigón con agregado de piedra barita.

ACI 304.3R-96 (R04)
Heavyweight Concrete: Measuring, Mixing, Transporting, and Placing.
Para hormigón colocado convencionalmente
Para densidad máxima de 3560 kg/m3
Para resistencia a los 3 meses de edad menor o igual a 41 Mpa

Cemento	Agua		Agregado Grueso	Agregado fino
	Max	Min		
kg/m3	kg/m3		kg/m3	kg/m3
309	46	186	1680	1380

Dosificación	443	Numero de placas	9
Proncentaje de Arena (%)	50%	Vol. medio de placa (m3)	0,0018
Porcentaje de Barita (%)	50%	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Porcentaje de Aditivo (%)	1,5%	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado Fino	Barita	Aditivo
kg	kg	kg	kg	kg	g
7,820	4,690	42,515	17,460	17,460	117,300

Peso de molde + mezcla (kg)	25,25	25,21	25,20	Asentamiento (mm)	85
Peso de molde (kg)		3,87		Contenido de Aire (%)	2,10
Densidad (g/cm3)	3,05	3,05	3,05	Densidad prom. (g/cm3)	3,05

Placa	Fecha hormigonado	Fecha de Ensayo Aprox.	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
443I	15/01/2021	12/02/2021	2	20	20
443II	15/01/2021	12/02/2021	3	20	20
443III	15/01/2021	12/02/2021	4	20	20
443IV	15/01/2021	12/02/2021	5	20	20
443V	15/01/2021	12/02/2021	6	20	20
443VI	15/01/2021	12/02/2021	7	20	20
443VII	15/01/2021	12/02/2021	8	20	20

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Dosificación final de Hormigón con agregado convencional.

Método ACI Comité 211
Dosificacion de hormigones normales
Para hormigón colocado convencionalmente
Para Hormigon de masa unitaria entre los
2,0 Kg/m3 y los 2,5 Kg/m3 y resistencia requerida menor a los 42 Mpa

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado fino
kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3
341,667	179,166	1083,161	587,964

F´c Rquerido (Kg/cm2)	250	Numero de probetas	8
Contenido Total de aire (%)	2%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Vol. Unit. de agua de mezclado (l/m3)	205	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Cantidad de Agregado Grueso	0,64	Volumen Total (m3)	0,054

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado fino
kg	kg	kg	kg
38,535	20,205	122,160	66,310

Peso de molde + mezcla (kg)	20,01	19,93	19,99	Asentamiento (mm)	80
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	1,40
Densidad (g/cm3)	2,31	2,29	2,30	Densidad prom. (g/cm3)	2,30

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
193I	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,20	23,41
193II	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	21,55
193II	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,20	21,98
193IV	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,20	21,46
193V	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	21,94
193VI	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	21,02
193VII	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	20,45
193VIII	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	21,37

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Dosificación final de Hormigón con agregado convencional.

Método ACI Comité 211
Dosificacion de hormigones normales
Para hormigón colocado convencionalmente
Para Hormigon de masa unitaria entre los
2,0 Kg/m3 y los 2,5 Kg/m3 y resistencia requerida menor a los 42 Mpa

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado fino
kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3
341,667	179,166	1083,161	587,964

F´c Rquerido (Kg/cm2)	250	Numero de probetas	7
Contenido Total de aire (%)	2%	Volumen de probeta (m3)	0,0053
Vol. Unit. de agua de mezclado (l/m3)	205	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Cantidad de Agregado Grueso	0,64	Volumen Total (m3)	0,049

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado fino
kg	kg	kg	kg
38,535	20,205	122,160	66,310

Peso de molde + mezcla (kg)	20,01	19,93	19,99	Asentamiento (mm)	80
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	1,40
Densidad (g/cm3)	2,31	2,29	2,30	Densidad prom. (g/cm3)	2,30

Probeta	Fecha hormigonado	Fecha de Ruptura	Edad (dias)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Resistencia a compresión simple (Mpa)
193IX	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	20,04
193X	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,20	22,77
193XI	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	22,17
193XII	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,20	22,01
193XIII	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,20	23,19
193XIV	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,30	21,26
193XV	18/01/2021	15/02/2021	28	15,10	30,20	20,23

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE HORMIGÓN

"ELABORACIÓN DE HORMIGÓN CON AGREGADO DE PIEDRA BARITINA PARA LA ATENUACIÓN DE RAYOS IONIZATES"

Dosificación final de Hormigón con agregado convencional.

Método ACI Comité 211
Dosificacion de hormigones normales
Para hormigón colocado convencionalmente
Para Hormigon de masa unitaria entre los
2,0 Kg/m3 y los 2,5 Kg/m3 y resistencia requerida menor a los 42 Mpa

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado fino
kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3
341,667	179,166	1083,161	587,964

F´c Rquerido (Kg/cm2)	250	Numero de placas	9
Contenido Total de aire (%)	2%	Vol. medio de placa (m3)	0,0018
Vol. Unit. de agua de mezclado (l/m3)	205	Volumen de molde rígido (m3)	0,0070
Relación agua/cemento	0,60	Perdida en la mezcla (%)	10%
Cantidad de Agregado Grueso	0,64	Volumen Total (m3)	0,025

Cemento	Agua	Agregado Grueso	Agregado fino
kg	kg	kg	kg
38,535	20,205	122,160	66,310

Peso de molde + mezcla (kg)	20,01	19,93	19,99	Asentamiento (mm)	80
Peso de molde (kg)	3,87			Contenido de Aire (%)	1,40
Densidad (g/cm3)	2,31	2,29	2,30	Densidad prom. (g/cm3)	2,30

Placa	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Fecha hormigonado	Fecha de Ensayo Aprox.
193I	2	20	20	18/01/2021	15/02/2021
193II	3	20	20	18/01/2021	15/02/2021
193III	4	20	20	18/01/2021	15/02/2021
193IV	5	20	20	18/01/2021	15/02/2021
193V	6	20	20	18/01/2021	15/02/2021
193VI	7	20	20	18/01/2021	15/02/2021
193VII	8	20	20	18/01/2021	15/02/2021

Univ. Juan Gabriel Fernandez Cuenca
LABORATORISTA

Ing. Moises Díaz Ayarde
ENCARGADO DE LABORATORIO DE HORMIGÓN

ANEXO I: Calibración de Dosímetro

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Agencia Boliviana de Energía Nuclear

SERVICIOS NUCLEARES
Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes

CERTIFICADO DE CALIBRACION

HRE/02146-2020
LMR – 124

DATOS DEL CLIENTE

Propietario: JUAN GABRIEL FERNANDEZ CUENCA
Dirección:.
Teléfonos: 72978782
E-mail: gago.2496@gmail.com

PERIODO DE VALIDEZ DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración: 4 de diciembre de 2020 **Fecha de la próxima calibración:** 4 de diciembre de 2021

CARACTERIZACIÓN DEL EQUIPO

Instrumento: Monitor portátil **Tipo:** Digital
Fabricante: GQ - Electronics. **Modelo:** GMC-600 Plus
Número de serie: 31083338353104
Magnitud dosimétrica asociada al detector: Equivalente de dosis ambiental

FUENTE DE CALIBRACIÓN

Fuente Amersham 773 de cesio-137, energía 0.662 MeV. Los valores de referencia fueron determinados mediante dosimetría al Irradiador Amersham 773 mediante con patrones de referencia; cámara de ionización EMI 2575 132 y electrómetro 2570 601. El Irradiador Amersham 773 también cuenta con auditoria del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

ASPECTOS TÉCNICOS CONSIDERADOS EN LA CALIBRACIÓN

El laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes de la ABEN certifica que este instrumento ha sido calibrado siguiendo procedimientos establecidos por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Magnitud de referencia: Equivalente de Dosis Ambiental
Energía de calibración: 0.662 MeV
Presión atmosférica: 643.8 mbar **Temperatura:** 12.9 °C **Humedad Relativa:** 43%

RESULTADOS

Escala	Valor de referencia [µSv/h]	Lectura promedio sin ajuste [µSv /h]	Lectura promedio con ajuste [µSv /h]	Factor de calibración	Desviación [%]
AUTOESCALA	0.786	1.511	1.269	1.0	2.2
	7.859	9.983	7.661	1.1	9.7
	31.436	39.300	31.144	1.0	2.6
	78.591	98.333	76.747	1.0	3.1

CONCLUSIÓN:

- El monitor digital está dentro del rango de tolerancia y funciona correctamente

RECOMENDACIÓN:

- Se recomienda no resetear el equipo.

V°B° Ing. Sergio F. Fernández Quiroga ABEN

Izhar Noé Quispe Mamani
ESPECIALISTA EN NUEVAS APLICACIONES
AGENCIA BOLIVIANA DE ENERGIA NUCLEAR

La Paz, 8 de diciembre de 2020

Calle Jaime Mendoza No. 987, esq. Peñaranda, Edificio Torre Soleil, Calacoto
Telfs.: 2127178 • 2127160 Fax (+591-2) 2129754
La Paz - Bolivia

www.aben.gob.bo

Elaboración propia.