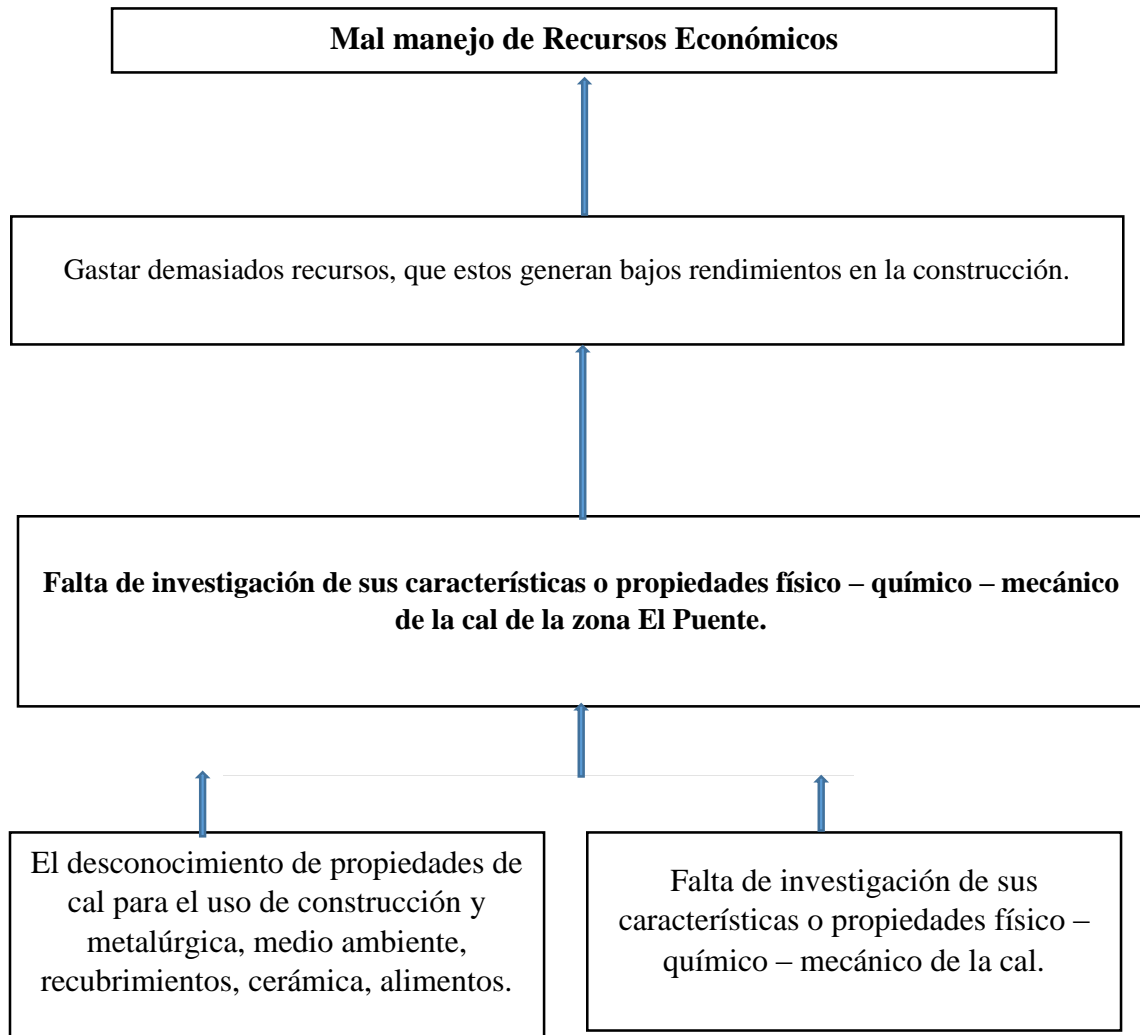


**ANEXOS:**

**ANEXO A): ARBOL DE PROBLEMAS**

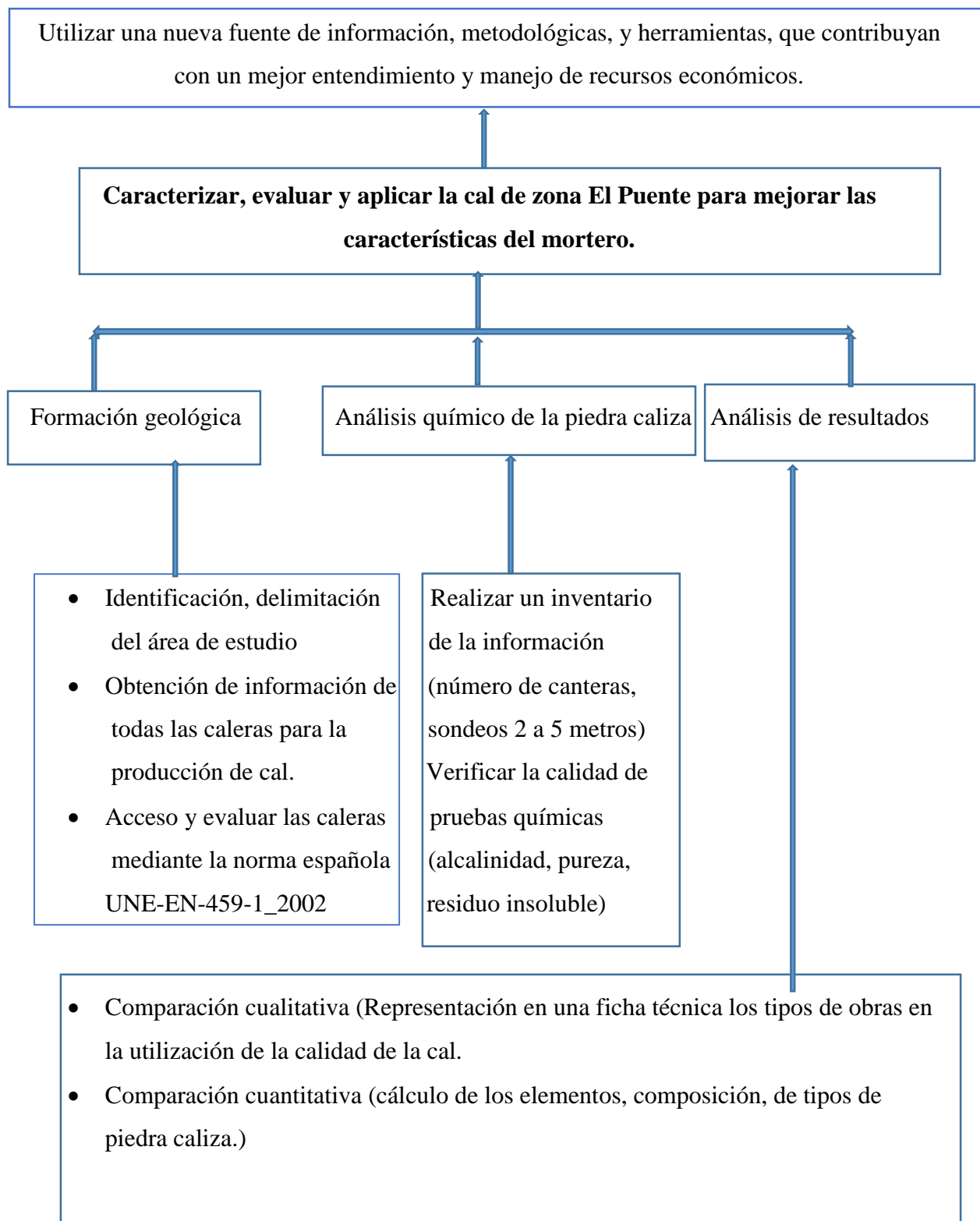


## ANEXO B): ÁREA DE ESTUDIO



Imagen N°3. Imagen satelital de la zona El Puente (desde la calera a la cantera de estudio)

## ANEXO C) ACTIVIDADES – OBJETIVOS – PROPÓSITO



**ANEXO D) ANÁLISIS QUÍMICO CALIZAS (SM1 SM2)**

ANÁLISIS QUÍMICO CALIZA SM1		SiO2 (%)	Al2 O3 (%)	Fe2O3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	K2O (%)	Na2O (%)	SO3 (%)	LOI (%)
1/6/2018	SM4H	7,39	0,96	0,44	47,13	2,7	0,19	0,18	0,20	40,81
1/6/2018	SM1H	7,62	0,81	0,43	46,8	3,19	0,18	0,15	0,41	40,41
2/6/2018	SM1H	7,87	0,88	0,45	46,85	2,91	0,2	0,15	0,19	40,5
2/6/2018	SM1H	7,61	0,72	0,4	47	2,95	0,15	0,15	0,13	40,89
2/6/2018	SM1H	7,34	0,71	0,39	47,17	3,01	0,14	0,15	0,13	40,96
2/6/2018	SM1H	8,06	0,78	0,4	46,83	2,9	0,16	0,15	0,10	40,62
3/6/2018	SM1H	8,32	0,95	0,51	46,28	3,34	0,24	0,16	0,13	40,07
3/6/2018	SM1H	6,51	0,58	0,35	47,52	3,19	0,1	0,14	0,10	41,51
3/6/2018	SM1H	6,43	0,56	0,35	47,72	2,92	0,09	0,14	0,11	41,68
4/6/2018	SM1H	8,19	0,79	0,35	46,77	2,91	0,17	0,15	0,10	40,57
4/6/2018	SM1H	7,74	0,75	0,4	46,87	3,14	0,15	0,16	0,08	40,71
5/6/2018	SM1H	9,26	0,87	0,46	46	3,38	0,2	0,15	0,12	39,56
5/6/2018	SM4H	7,41	0,73	0,4	46,94	3,36	0,13	0,16	0,11	40,76
5/6/2018	SM4H	7,72	0,65	0,35	46,87	3,33	0,12	0,15	0,09	40,72
5/6/2018	SM4H	7,51	0,7	0,36	46,84	3,37	0,12	0,17	0,15	40,78
6/6/2018	SM4H	8,22	1,21	0,54	46,51	3,1	0,27	0,27	0,34	39,54
7/6/2018	SM4H	7,06	0,92	0,42	47,25	2,82	0,18	0,18	0,19	40,98
	SM4H	7,92	0,85	0,39	47,03	2,75	0,16	0,16	0,14	40,6
8/6/2018	SM4H	6,2	1,02	0,43	47,26	3,6	0,16	0,2	0,28	40,85
8/6/2018	SM4H	6,3	0,93	0,36	48,43	1,34	0,15	0,18	0,21	42,1
8/6/2018	SM1H	5,86	0,48	0,33	47,59	3,88	0,04	0,15	0,05	41,62
8/6/2018	SM1H	14,3	3,29	1,95	40,72	2,36	0,76	0,27	0,76	35,59
9/6/2018	SM1H	5,73	0,65	0,38	47,3	4,28	0,1	0,17	0,15	41,24
9/6/2018	SM1H	10,27	0,66	0,44	45,8	3,07	0,1	0,15	0,08	39,43
9/6/2018	SM1H	9,18	1,37	0,64	46,08	2,35	0,32	0,2	0,28	39,58
10/6/2018	SM1H	13,5	1,93	0,75	43,61	2,15	0,51	0,21	0,22	37,12
10/6/2018	SM1H	10,98	1,16	0,52	45,26	2,63	0,27	0,17	0,17	38,84
11/6/2018	SM4H	9,17	0,78	0,4	46,33	2,88	0,16	0,16	0,13	39,99
12/6/2018	SM4H	7,8	0,74	0,38	46,89	3,3	0,1	0,17	0,18	40,44
12/6/2018	SM4H	7,58	0,85	0,42	46,73	3,41	0,16	0,17	0,18	40,5
12/6/2018	SM4H	8,74	1,1	0,55	45,44	4,12	0,24	0,19	0,32	39,3
13/6/2018	SM4H	10,5	1,55	0,7	44,78	3,32	0,39	0,2	0,31	38,25
13/6/2018	SM4H	9,1	1,2	0,54	45,65	3,35	0,29	0,18	0,23	39,46
13/6/2018	SM4H	6,62	0,81	0,4	47,33	3,2	0,14	0,17	0,22	41,11
13/6/2018	SM4H	7,18	0,78	0,41	46,67	3,92	0,13	0,17	0,25	40,49

13/6/2018	SM4H	8,66	1,43	0,64	45,67	3,57	0,32	0,22	0,64	38,85
13/6/2018	SM4H	7,86	1,5	0,62	45,88	3,91	0,34	0,23	0,53	39,13
14/6/2018	SM4H	7,23	1,19	0,5	46,99	2,96	0,24	0,21	0,37	40,31
14/6/2018	SM4H	9,89	1,75	0,7	45,06	3,02	0,44	0,19	0,24	38,71
14/6/2018	SM1H	7,84	1,2	0,53	46,26	3,37	0,28	0,19	0,26	40,07
14/6/2018	SM1H	7,75	0,77	0,4	46,47	3,79	0,13	0,17	0,13	40,39
14/6/2018	SM1H	8,19	0,67	0,37	46,72	3,07	0,13	0,15	0,13	40,57
15/6/2018	SM1H	7,5	0,66	0,35	47,18	2,95	0,13	0,15	0,08	41
15/6/2018	SM1H	8,17	0,8	0,4	46,5	3,24	0,19	0,15	0,11	40,44
16/6/2018	SM4H	6,52	0,56	0,32	47,63	3,14	0,05	0,16	0,13	41,49
16/6/2018	SM4H	9,08	1,38	0,59	45,81	2,95	0,36	0,2	0,15	39,48
17/6/2018	SM4H	6,48	0,88	0,42	46,9	3,9	0,16	0,18	0,15	40,93
17/6/2018	SM4H	9,54	1,19	0,68	45,66	2,94	0,29	0,18	0,19	39,33
17/6/2018	SM1G	6,4	0,64	0,63	47,91	2,39	0,07	0,14	0,13	41,69
17/6/2018	SM1G	7,08	1,01	0,68	47,31	2,48	0,2	0,17	0,30	40,77
17/6/2018	SM1G	6,6	0,46	0,3	47,92	2,76	0	0,16	0,12	41,68
18/6/2018	SM1G	7,4	1,03	0,45	47,06	2,64	0,2	0,17	0,19	40,86

PROMEDIO		8,07	0,98	0,49	46,52	3,11	0,20	0,17	0,21	40,26
MAX		14,30	3,29	1,95	48,43	4,28	0,76	0,27	0,76	42,10
MIN		5,73	0,46	0,30	40,72	1,34	0,00	0,14	0,05	35,59

ANÁLISIS QUÍMICO CALIZA SM 2		SiO2 (%)	Al2 O3 (%)	Fe2O3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	K2O (%)	Na2O (%)	SO3 (%)	LOI (%)
13/2/2018	SM2H	26,39	7,31	2,76	31,31	1,79	1,59	0,49	0,37	27,99
14/2/2018	SM2G	19,75	4,53	1,75	38,42	1,78	1,17	0,29	0,29	32,02
17/2/2018	SM2G	18,36	4,02	1,54	39,98	1,5	0,85	0,38	0,13	33,24
17/2/2018	SM2G	24,8	6,38	2,41	33,6	1,56	1,33	0,45	0,49	28,98
17/2/2018	SM2G	25,15	6,51	2,36	33,73	1,27	1,37	0,45	0,23	28,93
8/3/2018	SM2H	26,18	6,87	2,81	31,78	1,97	1,49	0,44	0,27	28,19
10/3/2018	SM2H	25,26	6,5	2,46	32,97	1,82	1,39	0,45	0,24	28,91
16/3/2018	SM2H	20,2	4,3	1,69	38,21	1,57	0,92	0,4	0,32	32,39
26/3/2018	SM2H	13,99	2,53	0,97	43,06	2,09	0,57	0,29	0,13	36,37
8/4/2018	SM2H	23,77	5,89	2,31	33,79	2,23	1,32	0,46	0,24	29,99
17/4/2018	SM2H	19,01	4,25	1,79	39,04	1,32	0,91	0,42	0,15	33,11
19/4/2018	SM2H	25,49	6,51	2,32	32,75	2,04	1,48	0,43	0,16	28,82
22/4/2018	SM2H	18,98	4,39	1,84	38,55	1,64	1,01	0,4	0,24	32,95

27/4/2018	SM2H	19,48	4,78	1,74	37,83	2,05	1,13	0,37	0,26	32,36
6/5/2018	SM2H	16,84	3,23	1,24	40,38	2,44	0,79	0,3	0,24	34,54
9/5/2018	SM2H	24,24	6,4	2,45	32,66	2,4	1,56	0,43	0,24	29,62
10/5/2018	SM2G	20,58	4,86	1,61	37,48	1,59	1,26	0,29	0,06	32,27
10/5/2018	SM2H	18,34	4,19	1,7	38,14	2,75	1,06	0,36	0,24	33,22
12/5/2018	SM2H	18,32	4,4	1,64	38,44	2,55	1,1	0,36	0,24	32,95
15/5/2018	SM2H	19,45	4,56	1,76	37,27	2,74	1,15	0,33	0,24	32,5
1/6/2018	SM2H	18,2	4,21	1,61	38,73	2,19	1,12	0,31	0,2	33,43
8/6/2018	SM2H	22,39	5,15	2,2	35,36	2,01	1,3	0,34	0,19	31,06
10/6/2018	SM2H	18,67	4,51	1,57	38,57	1,78	1,16	0,33	0,12	33,29
10/6/2018	SM2H	20,02	4,66	1,72	34,74	1,89	1,15	0,36	0,15	35,31
14/6/2018	SM2H	20,56	4,75	1,75	37,26	2,13	1,21	0,33	0,19	31,82
14/6/2018	SM2H	19,15	4,6	1,69	38,15	2,03	1,2	0,3	0,1	32,78
18/6/2018	SM2H	20,28	5	1,89	36,99	2,04	1,28	0,33	0,16	32,03
18/6/2018	SM2H	19,49	4,58	1,69	37,82	2,13	1,16	0,34	0,23	32,56

PROMEDIO		20,83	5,00	1,90	36,68	1,98	1,18	0,37	0,22	31,84
MAX		26,39	7,31	2,81	43,06	2,75	1,59	0,49	0,49	36,37
MIN		13,99	2,53	0,97	31,31	1,27	0,57	0,29	0,06	27,99

#### ANEXO E) CALCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA DE PIEDRA CALIZA

CALCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA DE PIEDRA CALIZA			
	PESO (gr)	Volumen (cm3)	densidad relativa Dr (gr/cm3)
MUESTRA 1	300	115	2,61
MUESTRA 2	370	140	2,64
MUESTRA 3	315	115	2,74
MUESTRA 4	240	90	2,67
MUESTRA 5	590	225	2,62
MUESTRA 6	195	75	2,60
MUESTRA 7	65	25	2,60
MUESTRA 8	110	40	2,75

PROMEDIO
MAX
MIN

103,125	2,65
225	2,75
25	2,60

## ANEXO F) CARBONATOS TOTALES

ANALISIS QUIMICO CALIZA SM1				
FECHA	MATERIAL	CaO (%)	MgO (%)	CARBONATOS TOTALES (%)
1/6/2018	SM4H	47,13	2,7	89,8086051
1/6/2018	SM1H	46,8	3,19	90,24430698
2/6/2018	SM1H	46,85	2,91	89,7478855
2/6/2018	SM1H	47	2,95	90,0994151
2/6/2018	SM1H	47,17	3,01	90,52849521
2/6/2018	SM1H	46,83	2,9	89,6912531
3/6/2018	SM1H	46,28	3,34	89,62950727
3/6/2018	SM1H	47,52	3,19	91,53002127
3/6/2018	SM1H	47,72	2,92	91,32237504
4/6/2018	SM1H	46,77	2,91	89,60502836
4/6/2018	SM1H	46,87	3,14	90,26471641
5/6/2018	SM1H	46	3,38	89,21317972
5/6/2018	SM4H	46,94	3,36	90,84991492
5/6/2018	SM4H	46,87	3,33	90,66216058
5/6/2018	SM4H	46,84	3,37	90,69226161
6/6/2018	SM4H	46,51	3,1	89,53818681
7/6/2018	SM4H	47,25	2,82	90,27390819
	SM4H	47,03	2,75	89,73462425
8/6/2018	SM4H	47,26	3,6	91,92337823
8/6/2018	SM4H	48,43	1,34	89,28517015
8/6/2018	SM1H	47,59	3,88	93,09837114
8/6/2018	SM1H	40,72	2,36	77,65096065
9/6/2018	SM1H	47,3	4,28	93,41723857
9/6/2018	SM1H	45,8	3,07	88,20757533
9/6/2018	SM1H	46,08	2,35	87,20147111
10/6/2018	SM1H	43,61	2,15	82,37239454
10/6/2018	SM1H	45,26	2,63	86,32289259
11/6/2018	SM4H	46,33	2,88	88,75655973
12/6/2018	SM4H	46,89	3,3	90,63512052
12/6/2018	SM4H	46,73	3,41	90,57950549
12/6/2018	SM4H	45,44	4,12	89,76112017
13/6/2018	SM4H	44,78	3,32	86,90909961
13/6/2018	SM4H	45,65	3,35	88,52542538
13/6/2018	SM4H	47,33	3,2	91,21165367
13/6/2018	SM4H	46,67	3,92	91,53918646

13/6/2018	SM4H	45,67	3,57	89,02133818
13/6/2018	SM4H	45,88	3,91	90,10755406
14/6/2018	SM4H	46,99	2,96	90,10247607
14/6/2018	SM4H	45,06	3,02	86,78155619
14/6/2018	SM1H	46,26	3,37	89,65654732
14/6/2018	SM1H	46,47	3,79	90,91010812
14/6/2018	SM1H	46,72	3,07	89,85043247
15/6/2018	SM1H	47,18	2,95	90,42084367
15/6/2018	SM1H	46,5	3,24	89,81318327
16/6/2018	SM4H	47,63	3,14	91,62185927
16/6/2018	SM4H	45,81	2,95	87,9744151
17/6/2018	SM4H	46,9	3,9	91,90806452
17/6/2018	SM4H	45,66	2,94	87,68563984
17/6/2018	SM1G	47,91	2,39	90,55300071
17/6/2018	SM1G	47,31	2,48	89,66983516
17/6/2018	SM1G	47,92	2,76	91,34482808
18/6/2018	SM1G	47,06	2,64	89,55809642

PROMEDIO	46,51	3,11	89,56870867
MAX	48,43	4,28	95,43509571
MIN	40,72	1,34	75,51731301

ANÁLISIS QUÍMICO CALIZA SM 2				
FECHA	MATERIAL	CaO (%)	MgO (%)	CARBONATOS TOTALES (%)
13/2/2018	SM2H	31,31	1,79	59,65505672
14/2/2018	SM2G	38,42	1,78	72,33056717
17/2/2018	SM2G	39,98	1,5	74,53057426
17/2/2018	SM2G	33,6	1,56	63,26322581
17/2/2018	SM2G	33,73	1,27	62,88874335
8/3/2018	SM2H	31,78	1,97	60,87086849
10/3/2018	SM2H	32,97	1,82	62,68209677
16/3/2018	SM2H	38,21	1,57	71,51628678
26/3/2018	SM2H	43,06	2,09	81,264743
8/4/2018	SM2H	33,79	2,23	65,00402517
17/4/2018	SM2H	39,04	1,32	72,47547678
19/4/2018	SM2H	32,75	2,04	62,74943814
22/4/2018	SM2H	38,55	1,64	72,26985643

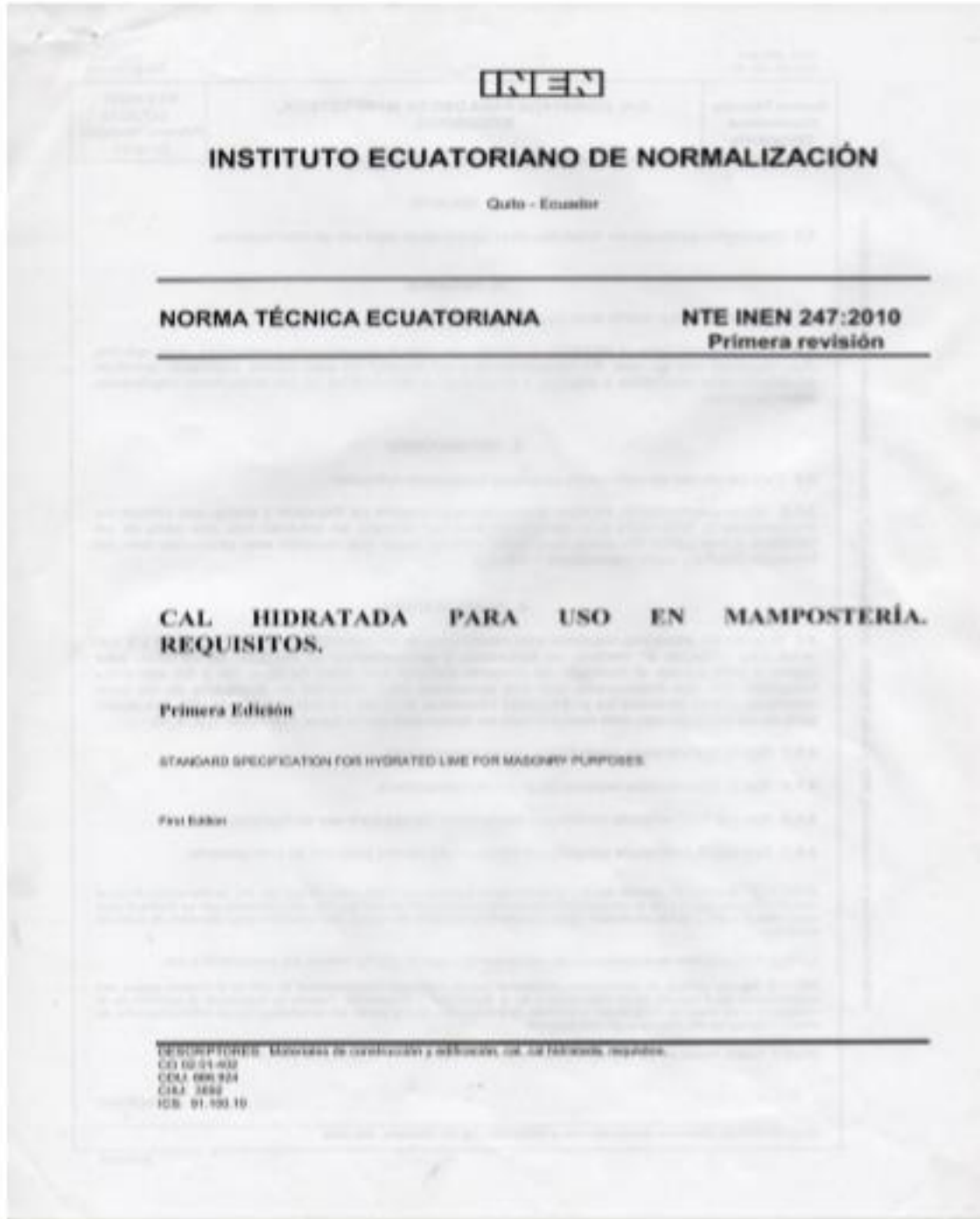


27/4/2018	SM2H	37,83	2,05	71,84178483
6/5/2018	SM2H	40,38	2,44	77,21116271
9/5/2018	SM2H	32,66	2,4	63,34177597
10/5/2018	SM2G	37,48	1,59	70,25455158
10/5/2018	SM2H	38,14	2,75	73,85962425
12/5/2018	SM2H	38,44	2,55	73,97697625
15/5/2018	SM2H	37,27	2,74	72,2851347
1/6/2018	SM2H	38,73	2,19	73,74178128
8/6/2018	SM2H	35,36	2,01	67,34739809
10/6/2018	SM2H	38,57	1,78	72,59842432
10/6/2018	SM2H	34,74	1,89	65,98923786
14/6/2018	SM2H	37,26	2,13	70,9912726
14/6/2018	SM2H	38,15	2,03	72,37137717
18/6/2018	SM2H	36,99	2,04	70,32086671
18/6/2018	SM2H	37,82	2,13	71,9912726

PROMEDIO
MAX
MIN

36,68	1,98	69,62941428
43,06	2,75	82,64533853
31,31	1,27	58,56731478

**ANEXO: G). NTE INEN 247**



Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	<b>CAL HIDRATADA PARA USO EN MAMPOSTERÍA. REQUISITOS.</b>	NTE INEN 247:2010 Primera revisión 2010-01
<b>1. OBJETO</b>		
1.1 Esta norma establece los requisitos de la cal hidratada para uso en mampostería.		
<b>2. ALCANCE</b>		
2.1 Esta norma cubre cuatro tipos de cal hidratada, tipos: N, S, NA y SA.		
2.2 Esta norma no tiene el propósito de contemplar todo lo concerniente a seguridad, si es que hay algo asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadamente saludables y seguras y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.		
<b>3. DEFINICIONES</b>		
3.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:		
3.1.1 Mortero normalizado. Mortero que contiene solamente cal hidratada y arena, que cumple los requisitos de la NTE INEN 873, las proporciones del mortero, en volumen son, una parte de cal hidratada y tres partes de arena. Las cantidades en masa que cumplen esta proporción son: cal hidratada 300,0 g y arena normalizada 1 440,0 g.		
<b>4. CLASIFICACIÓN</b>		
4.1 Esta norma, especifica requisitos para cuatro tipos de cal hidratada: Las cales de tipos N y S son aptas para utilizarlas en mortero, en texturizado y recubrimientos de revocos de cemento, para estuco y para adición al hormigón de cemento portland. Las cales de tipos NA y SA son cales hidratadas con aire incorporado, que son apropiadas para utilizarlas en cualquiera de los usos anteriores, donde se desea las propiedades inherentes de la cal y la introducción de aire. Los cuatro tipos de cal vendidas bajo esta norma deben ser designadas como sigue. (ver notas 1, 2, 3, 4):		
4.1.1 Tipo N. Cal hidratada normal para uso en mampostería.		
4.1.2 Tipo S. Cal hidratada especial para uso en mampostería.		
4.1.3 Tipo NA. Cal hidratada normal con incorporador de aire para uso en mampostería.		
4.1.4 Tipo SA. Cal hidratada especial con incorporador de aire para uso en mampostería.		
NOTA 1. La cal hidratada especial tipo S y la cal hidratada especial con incorporador de aire tipo SA, se diferencian de la cal normal hidratada tipo N y de la cal normal hidratada con incorporador de aire tipo NA, principalmente por su habilidad para desarrollar una alta y rápida plasticidad, gran capacidad de retención de agua y una limitación de su contenido de fango no hidratado.		
NOTA 2. Para propósitos de acabados con cal normal (tipo N) y especial (tipo S), refiérase a la norma ASTM C 208.		
NOTA 3. Algunos códigos de construcción prohíben el uso de materiales incorporadores de aire en el mortero porque van acompañados de reducción en la adherencia y en la resistencia a compresión. Cuando es importante el aumento de la resistencia a los ciclos de congelación y deshielo, la introducción de aire puede ser beneficiosa. La cal con incorporador de aire no debe ser usada como una cal para acabados.		
NOTA 4. Para la muestra de cal, refiérase a la norma ASTM C 1480.		
(Continúa)		
DESCRPTORES: Materiales de construcción y edificación, cal, cal hidratada, requisitos		

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b>	<b>CAL HIDRATADA PARA USO EN MAMPOSTERÍA. REQUISITOS.</b>	<b>NTE INEN 247:2010</b> <b>Primera revisión 2010-01</b>
--	---	---

### 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos de la cal hidratada para uso en mampostería.

### 2. ALCANCE

2.1 Esta norma cubre cuatro tipos de cal hidratada, tipos: N, S, NA y SA.

2.2 Esta norma no tiene el propósito de contemplar todo lo concerniente a seguridad, si es que hay algo asociado con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadamente saludables y seguras y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adopta la siguiente definición:

3.1.1 *Mortero normalizado*. Mortero que contiene solamente cal hidratada y arena, que cumple los requisitos de la NTE INEN 873, las proporciones del mortero, en volumen son, una parte de cal hidratada y tres partes de arena. Las cantidades en masa que cumplen esta proporción son: cal hidratada 300,0 g y arena normalizada 1 440,0 g.

### 4. CLASIFICACIÓN

4.1 Esta norma, especifica requisitos para cuatro tipos de cal hidratada: Las cales de tipos N y S son aptas para utilizarlas en mortero, en texturizado y recubrimientos de revoques de cemento, para estuco y para adición al hormigón de cemento portland. Las cales de tipos NA y SA son cales hidratadas con aire incorporado, que son apropiadas para utilizarlas en cualquiera de los usos anteriores, donde se desea las propiedades inherentes de la cal y la introducción de aire. Los cuatro tipos de cal vendidas bajo esta norma deben ser designadas como sigue, (ver notas 1, 2, 3, 4):

4.1.1 *Tipo N*. Cal hidratada normal para uso en mampostería.

4.1.2 *Tipo S*. Cal hidratada especial para uso en mampostería.

4.1.3 *Tipo NA*. Cal hidratada normal con incorporador de aire para uso en mampostería.

4.1.4 *Tipo SA*. Cal hidratada especial con incorporador de aire para uso en mampostería.

NOTA 1. La cal hidratada especial tipo S y la cal hidratada especial con incorporador de aire tipo SA, se diferencian de la cal normal hidratada tipo N y de la cal normal hidratada con incorporador de aire tipo NA, principalmente por su habilidad para desarrollar una alta y rápida plasticidad, gran capacidad de retención de agua y una limitación de su contenido de óxido no hidratado.

NOTA 2. Para propósitos de acabados con cal normal (tipo N) y especial (tipo S), referirse a la norma ASTM C 206.

NOTA 3. Algunos códigos de construcción prohíben el uso de materiales incorporadores de aire en el mortero porque van acompañados de reducción en la adherencia y en la resistencia a compresión. Cuando es importante el aumento de la resistencia a los ciclos de congelación y deshielo, la introducción de aire puede ser beneficiosa. La cal con incorporador de aire no debe ser usada como una cal para acabado.

NOTA 4. Para la masilla de cal, referirse a la norma ASTM C 1489.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Materiales de construcción y edificación, cal, cal hidratada, requisitos



## 5. REQUISITOS

### 5.1 Requisitos específicos

**5.1.1 Composición química.** La cal hidratada para uso en mampostería debe cumplir con los siguientes requisitos de composición química:

**TABLA 1. Composición química de la cal hidratada para uso en mampostería**

	N	NA	S	SA
Óxidos de calcio y magnesio (en base no volátil), % min.	95	95	95	95
Dióxido de carbono (en base como se recibe), % máx.				
Si se toma la muestra en el lugar de fabricación	5	5	5	5
Si se toma la muestra en cualquier otro lugar	7	7	7	7
Óxidos no hidratados (en base como se recibe), % máx.	--	--	8	8

**5.1.2 Adiciones.** Los tipos NA y SA de cal hidratada, cubiertas por esta norma, deben contener aditivos incorporadores de aire, tales aditivos deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 226.

**5.1.3 Residuo, erupciones y descamaciones.** Los cuatro tipos de cal hidratada para uso en mampostería, deben cumplir con uno de los siguientes requisitos:

**5.1.3.1** El residuo retenido sobre un tamiz No. 30 (600  $\mu\text{m}$ ), no debe ser mayor que 0,5%.

**5.1.3.2** Si el residuo retenido sobre un tamiz No. 30 (600  $\mu\text{m}$ ) es mayor que 0,5%, la cal no debe mostrar erupciones o descamaciones cuando sea ensayada de acuerdo con el método descrito en el numeral 7.1.2.

**5.1.4 Plasticidad.** La masilla fabricada con cal tipo S, hidratada especial, o tipo SA, hidratada especial con incorporador de aire, debe tener una plasticidad de al menos 200 unidades Elmey, cuando se ensaya dentro de 30 minutos después del mezclado con agua, mediante la norma ASTM C 110.

#### 5.1.5 Retención de agua

**5.1.5.1** Cuando se ensaye un mortero normalizado fabricado con cal hidratada seca o con masilla fabricada de cal hidratada, la cual ha sido humedecida por un periodo de 16 h a 24 h y luego de la succión por 60 segundos, el mortero de cal hidratada fabricado con tipo N (cal hidratada normal) o tipo NA (cal hidratada normal con incorporador de aire), debe tener un valor de retención de agua no menor del 75%.

**5.1.5.2** Cuando se ensaye un mortero normalizado fabricado con cal hidratada seca en concordancia con la norma ASTM C 110, el mortero fabricado con cal hidratada tipo S (hidratada especial) o tipo SA (hidratada especial con incorporador de aire), ensayada de acuerdo con la norma ASTM C 110, debe tener un valor de retención de agua no menor del 85%.

**5.1.6 Introducción de aire.** La cal hidratada de los tipos N o S, cubierta en esta norma, no debe contener aditivos incorporadores de aire. El contenido de aire de un mortero normalizado, determinado de acuerdo con la norma ASTM C 110, fabricado con cal tipos N o S, no debe exceder de 7%. Cuando se ensayan de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C 110, el contenido de aire del mortero normalizado fabricado con los tipos NA o SA debe tener un valor mínimo de 7% y un máximo de 12%.

## 6. INSPECCIÓN

**6.1 Muestreo e inspección.** El muestreo, inspección, rechazo y reensayos deben ser realizados de acuerdo con la NTE INEN 251.

(Continúa)

## 7. MÉTODOS DE ENSAYO

**7.1** Determinar las propiedades enumeradas en esta norma de acuerdo con las siguientes normas:

**7.1.1** Análisis químico. Norma ASTM C 25.

**7.1.2** Análisis físico. Norma ASTM C 110.

## 8. ENVASADO Y ETIQUETADO

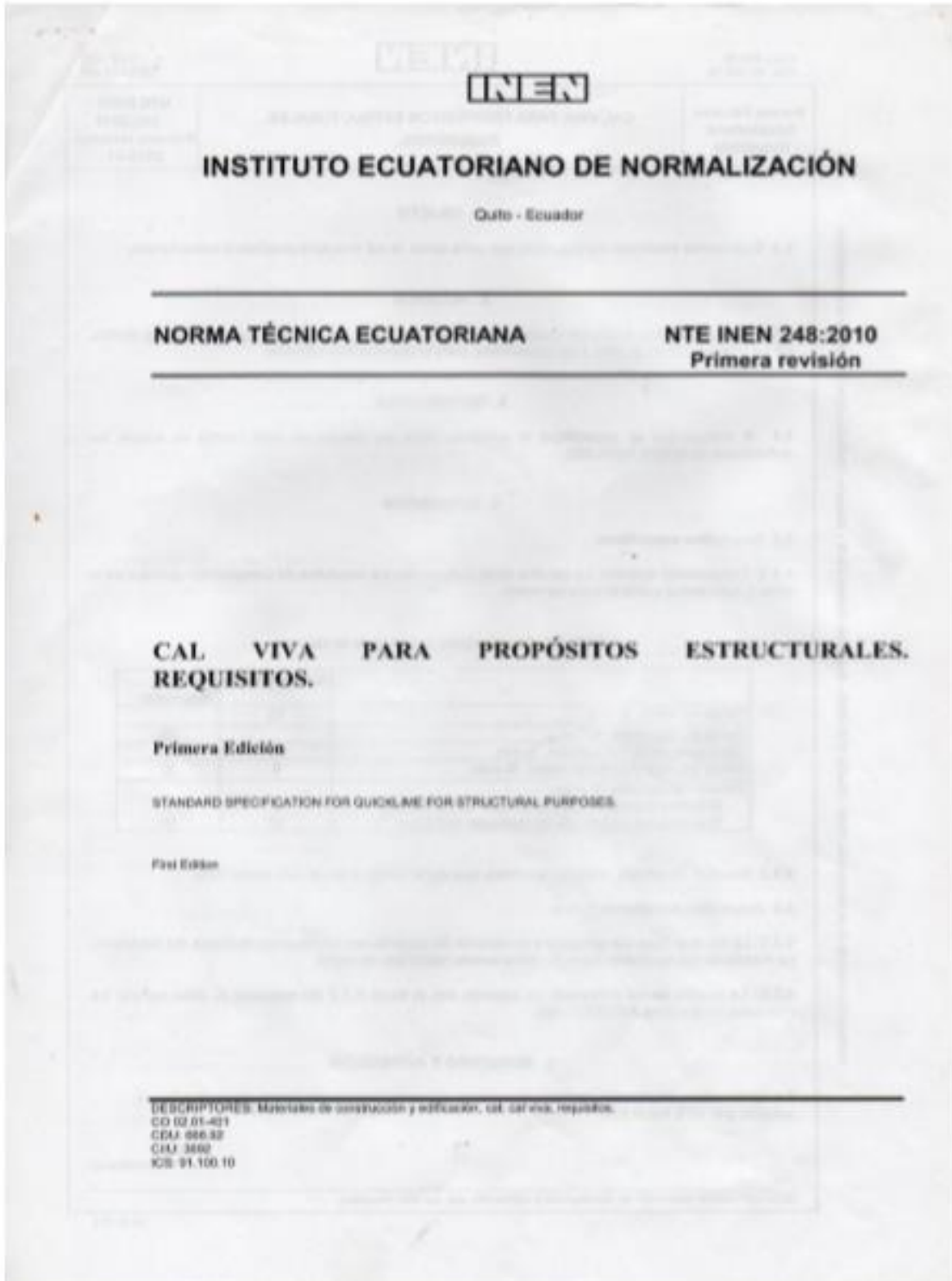
**8.1** El empaçado y marcado deben ser realizados de acuerdo con la NTE INEN 251.

**8.1.1** *Marcado especial de sacos.* Cuando la cal hidratada con incorporador de aire, tipos NA o SA, sea enviada en sacos, se debe indicar claramente el nombre y la marca del fabricante, el tipo de cal bajo esta norma y las palabras "CON INCORPORADOR DE AIRE". En caso de embarques a granel, se debe indicar en los documentos de envío.

## 9. DECLARACIÓN DEL FABRICANTE

**9.1** A pedido del comprador, el fabricante debe declarar por escrito la naturaleza, cantidad e identidad del agente incorporador de aire utilizado y de cualquier adición de proceso que pueda haber sido utilizada y además, si lo requiere, debe suministrar los resultados de ensayos que muestren el cumplimiento de tales adiciones incorporadoras de aire con las disposiciones de la norma ASTM C 226.

**ANEXO:H) NTE INEN 248**



Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria

**CAL VIVA PARA PROPÓSITOS ESTRUCTURALES.  
REQUISITOS.**

**NTE INEN  
248:2010  
Primera revisión  
2010-01**

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe tener la cal viva para propósitos estructurales.

**2. ALCANCE**

2.1 Esta norma cubre todas las clases de cal viva tales como: cal triturada, cal granular, cal molida, cal en grumos, cal en gravilla y cal pulverizada, para propósitos estructurales.

**3. DEFINICIONES**

3.1 A menos que se especifique lo contrario, para los efectos de esta norma se adopta las definiciones de la NTE INEN 252.

**4. REQUISITOS**

**4.1 Requisitos específicos**

4.1.1 *Composición química.* La cal viva debe cumplir con los requisitos de composición química de la tabla 1, calculados sobre la base no volátil.

**TABLA 1. Composición química de la cal viva**

	Cal de calcio	Cal de magnesio
Óxido de calcio, % min.	75	
Óxido de magnesio, % min.		20
Óxidos de calcio y magnesio, % min.	95	95
Silice, alúmina y óxido de hierro, % máx.	5	5
Dióxido de carbono, % máx:		
Si la muestra es tomada en el lugar de fabricación	3	3
Si la muestra es tomada en cualquier otro lugar	10	10

INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno E8-20 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

Instituto Ecuatoriano de Normalización

4.1.2 *Residuo.* El residuo máximo, en masa, que debe contener la cal viva es del 15%.

**4.2 Requisitos complementarios**

4.2.1 La cal viva debe ser apagada y envejecida de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La masilla de cal resultante debe ser almacenada hasta que se enfríe.

4.2.2 La masilla de cal preparada de acuerdo con el literal X.4.2 del apéndice X, debe cumplir los requisitos de la norma ASTM C 1 489.

**5. MUESTREO E INSPECCIÓN**

5.1 El muestreo, inspección, rechazo, reensayos, envasado y marcado deben ser realizados de acuerdo a la NTE INEN 251.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Materiales de construcción y edificación, cal, cal viva, requisitos.



**6. MÉTODOS DE ENSAYO**

**6.1** El cumplimiento con los requisitos químicos, debe ser determinado de acuerdo con la norma ASTM C 25.

**6.2** El cumplimiento con los requisitos de plasticidad y residuo, debe ser determinado de acuerdo con la norma ASTM C 110.

## APÉNDICE X

(Información opcional)

### APAGADO Y PREPARACIÓN DE LA MASILLA DE CAL

#### X.1 Introducción

**X.1.1** La cal viva nunca puede ser usada como tal en aplicaciones estructurales, siempre debe ser previamente apagada. Puesto que el método de apagado es un factor importante en la determinación de la calidad del producto terminado, se ha establecido el siguiente procedimiento para la preparación de masilla de cal, no como parte de la norma sino como información para la mejor protección del comprador.

**X.1.2** Las cales de diferentes clases, varían considerablemente en la forma en que se comportan con el agua. Una pequeña supervisión en la operación de apagado, puede pagarse ampliamente por sí misma, al garantizar la producción de la mayor cantidad y la mejor calidad posible de masilla. Para encontrar cómo apagar un nuevo lote de cal, es más seguro probar un poco de la cal y ver cómo funciona. Puesto que diferentes lotes de la misma marca pueden variar un poco y dado que las condiciones ambientales en el momento tienen una influencia decisiva, es aconsejable probar una muestra de cada lote utilizado, ya sea de una marca conocida o no.

#### X.2 Clasificación de las cales

**X.2.1** En un recipiente, poner dos o tres trozos de cal del tamaño de un puño, en el caso de cal granular, una cantidad equivalente. Añadir agua en cantidad suficiente para apenas cubrir la cal y apreciar cuánto tiempo toma para empezar a apagarse. El apagado ha comenzado cuando algunos pedazos se separan de los trozos o cuando estos se desmoronan. Se debe utilizar agua con la misma temperatura tanto en la prueba, como en el campo.

**X.2.2** Si el apagado comienza en menos de 5 minutos, la cal es de apagado rápido; de 5 a 30 minutos, es de apagado medio y más de 30 minutos, es de apagado lento.

#### X.3 Procedimiento para el apagado

**X.3.1** Apagar la cal viva de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cuando tales instrucciones no sean entregadas, proceder de la siguiente forma:

**X.3.2** Para cal de apagado rápido, siempre agregar la cal al agua, no el agua a la cal. Inicialmente tener suficiente agua para cubrir toda la cal completamente. Tener un suministro abundante de agua disponible para uso inmediato y si es posible una manguera que arroje un buen flujo. Mirar constantemente la cal. Al más mínimo indicio de escape de vapor, remover a fondo y rápidamente y añadir suficiente agua para detener el vapor. No tener recelo de usar demasiada agua con este tipo de cal.

**X.3.3** Para cal de apagado medio, añadir el agua a la cal. Añadir suficiente agua para que la cal esté sumergida aproximadamente la mitad. Remover ocasionalmente si el vapor comienza a escapar. Añadir un poco de agua de vez en cuando si es necesario para evitar que la masilla se torne seca y desmenuzable. Tener cuidado de no añadir más agua de la necesaria y no demasiada a la vez.

**X.3.4** Para cal de apagado lento, agregar suficiente agua para que se humedezca completamente. Dejar reposar hasta que la reacción haya comenzado. Cuidadosamente añadir agua poco a poco, teniendo cuidado de que la masa no se enfríe por el agua fresca. No remover hasta que el apagado esté prácticamente completo. Si el ambiente está muy frío, es preferible utilizar agua caliente, pero si esta no está disponible, el recipiente puede ser cubierto de alguna manera para mantener el calor.

(Continúa)

**X.4 Preparación de la masilla para su utilización**

**X.4.1** Después del apagado, preparar la masilla como sigue:

**X.4.2** *Recubrimiento blanco.* Después del apagado y envejecimiento final de la cal viva de acuerdo con las instrucciones del fabricante, almacenar la masilla hasta que se enfríe. Si no se han entregado las instrucciones del fabricante, preparar la masilla para el uso como sigue: después de que ha terminado la acción, pasar la masilla a través de un tamiz No. 10 (2,00 mm), que cumpla con los requisitos de la NTE INEN 154 y almacenarla por un mínimo de 2 semanas.

**X.4.3** *Recubrimiento base.* Después de que ha terminado la acción, pasar la masilla a través de un tamiz No. 8 (2,36 mm), que cumpla con los requisitos de la NTE INEN 154. Añadir arena en partes iguales en masa y toda la fibra requerida y almacenar por un mínimo de 2 semanas.

**X.4.4** *Mortero de albañilería.* Después de que ha terminado la acción, añadir una parte o toda la arena requerida y almacenar por un mínimo de 24 horas.

## ANEXO: I) CLASIFICACIÓN SEGÚN NORMA ESPAÑOLA UNE - NE 459 - 1:

Las cales aéreas deben ser clasificadas en función de su contenido en (CaO + MgO), y las cales hidráulicas en función de su resistencia a la compresión, como se indica en la tabla 1, (véase el anexo A).

**Tabla 1**  
**Tipos de cales de construcción<sup>a</sup>**

Designación	Notación
Cal cálcica 90	CL 90
Cal cálcica 80	CL 80
Cal cálcica 70	CL 70
Cales dolomíticas 85	DL 85
Cales dolomíticas 80	DL 80
Cal hidráulica 2	HL 2
Cal hidráulica 3,5	HL 3,5
Cal hidráulica 5	HL 5
Cal hidráulica natural 2	NHL 2
Cal hidráulica natural 3,5	NHL 3,5
Cal hidráulica natural 5	NHL 5

<sup>a</sup> Además, las cales aéreas se clasifican, de acuerdo a como son suministradas: en cal viva (Q) o cal hidratada (S). En el caso particular de cales dolomíticas hidratadas, el grado de hidratación se identifica como S1 para la semihidratada y S2 para la totalmente hidratada.

Esta clasificación hace referencia a los requisitos mínimos de cada tipo, (véanse las tablas 2 y 3). La conformidad con estos requisitos se evalúa por medio de un control estadístico de la calidad tal como se describe en el capítulo 5 de la presente norma europea.

### Designación normalizada

las cales de construcción deben ser identificadas por su tipo tal como se especifica en la tabla 1. Además, las cales aéreas deberán también ser identificadas según la forma de suministro, (cal viva o cal hidratada, ejemplo)

La cal cálcica 90, en forma de cal viva, se identifica por:

EN 459 – 1 CL 90 – Q

### Requisitos químicos:

La composición de la cal de construcción determinada según la Norma Europea EN 459 – 2: 2001, debe ser conforme a los valores de la tabla 2. Todos los tipos de cales listados en la tabla 2 pueden contener aditivos en cantidades pequeñas para mejorar la fabricación o las propiedades de la cal de construcción.

Cuando estos contenidos superen el 0.1%, se debe declarar la cantidad real y el tipo.

**Tabla 2**  
**Requisitos químicos para la cal<sup>a</sup>**

	Tipo de cal	CaO + MgO	MgO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Cal libre
1	CL 90	≥ 90	≤ 5 <sup>c</sup>	≤ 4	≤ 2	-
2	CL 80	≥ 80	≤ 5 <sup>c</sup>	≤ 7	≤ 2	-
3	CL 70	≥ 70	≤ 5	≤ 12	≤ 2	-
4	DL 85	≥ 85	≥ 30	≤ 7	≤ 2	-
5	DL 80	≥ 80	≥ 5	≤ 7	≤ 2	-
6	HL 2	-	-	-	≤ 3 <sup>b</sup>	≥ 8
7	HL 3,5	-	-	-	≤ 3 <sup>b</sup>	≥ 6
8	HL 5	-	-	-	≤ 3 <sup>b</sup>	≥ 3
9	NHL 2	-	-	-	≤ 3 <sup>b</sup>	≥ 15
10	NHL 3,5	-	-	-	≤ 3 <sup>a,b</sup>	≥ 9
11	NHL 5	-	-	-	≤ 3 <sup>b</sup>	≥ 3

NOTA – Los valores se aplican a todos los tipos de cal. Para la cal viva, estos valores corresponden al producto acabado; para todos los otros tipos de cal, (cales hidratadas, cales en pasta y cales hidráulicas), los valores se refieren al producto exento de agua libre y de agua combinada.

<sup>a</sup> Los valores de la tabla se expresan en porcentajes en masa.

<sup>b</sup> Un contenido de SO<sub>3</sub> superior al 3% e inferior al 7% es admisible, a condición de que la estabilidad sea confirmada después de 28 días de conservación en agua, según el ensayo dado en la Norma Europea EN 196-2.

<sup>c</sup> Un contenido de MgO hasta el 7% es admisible a condición de que la estabilidad sea confirmada según el ensayo dado en el apartado 5.3 de la Norma Europea EN 459-2: 2001.

## ANEXO: J) ANÁLISIS DE COSTO DE PRODUCCIÓN

### ANÁLISIS DE COSTO CAL VIVA

#### COSTOS DE INVERSIÓN

MATERIALES	BS
PIEDRA CALIZA	0
GAS (MES /2 HORNOS)	4263
DIESEL (16 VOLQUETADAS DE 4 CUBOS)	400
<b>MANO DE OBRA</b>	
EXTRACIÓN DE PIEDRA	800
CHOFER DE VOLQUETA	1800
CARGADO DE HORNOS	1000
ENCARGADO DE QUEMADO	200
EMBOLSADO	4000
COSTO DE BOLSAS	2000
HILO DE COSTURADORA	41
ENERGÍA ELÉCTRICA	100
AGUA	40
ALIMENTACIÓN	2000
MANTENIMIENTO DE OFICINAS	800
ADMINISTRADOR	3000
HOJAS DE RUTA SUSTANCIAS CONTROLADAS	<u>160</u>

TOTAL	20604
PRECIO UNITARIO	5,151
PRECIO MERCADO	14

## ANÁLISIS DE COSTO CAL HIDRATADA

### COSTOS DE INVERSIÓN

MATERIALES	BS
PIEDRA CALIZA	0
GAS (MES /2 HORNOS)	4263
DIESEL (16 VOLQUETADAS DE 4 CUBOS)	400
<b>MANO DE OBRA</b>	
EXTRACI3N DE PIEDRA	800
CHOFER DE VOLQUETA	1800
CARGADO DE HORNOS	1000
ENCARGADO DE QUEMADO	200
MOLIENDA	4000
EMBOLSADO	6500
ENERGÍA ELÉCTRICA	200
AGUA (CISTERNA)	400
HOJAS DE RUTA SUSTANCIAS CONTROLADAS	160
ALIMENTACI3N	2000

MANTENIMIENTO DE OFICINAS

800

ADMINISTRADOR

3000

TOTAL	25523
PRECIO UNITARIO	3,926615385
PRECIO DE MERCADO	14

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>Proyecto:</b>	CARACTERIZACIÓN DE LA PIEDRA CALIZA DE LA ZONA PUENTE (CANTERA HUAYCO) PARA EL USO EN LA COSNTRUCCIÓN	
<b>Módulo:</b>		<b>Codigo:</b>
<b>Item:</b>	REVOQUE ARENA CAL/CEMENTO	<b>Unidad:</b> m2
		<b>Tipo de Cambio:</b> 6,98

Descripción del Insumo	Unidad	Rendimiento	P.U.(Bs)	P.U.(\$US)	Parcial (Bs.)	Parcial (\$US.)
<b>A. Materiales:</b>					<b>22,83</b>	<b>3,27</b>
CEMENTO PORTLAND	KG	9,00	1,00	0,14	9,00	1,29
ARENA FINA	M3	0,05	136,50	14,00	6,83	0,98
CAL	KG	5,00	1,40	0,20	7,00	1,00
<b>B. Mano de Obra:</b>					<b>81,25</b>	<b>11,64</b>
ALBANIL	Hr.	2,60	18,75	2,69	48,75	6,98
AYUDANTE	Hr.	2,60	12,50	1,79	32,50	4,66
<b>C. Equipo y Maquinaria:</b>					<b>4,88</b>	<b>0,70</b>



OTROS	%	6,00	81,25	11,64	4,88	0,70
D. Herramientas Menores:	5% de (B)=				4,06	0,58
E. Beneficios Sociales:	55% de (B)=				44,69	6,40
F. Mano de Obra Indirecta:	0% de (B)=				0,00	0,00
G. Total de Materiales:	(A)=				22,83	3,27
H. Total Mano de Obra:	(B+E+F)=				125,94	18,04
I. Total de Equipo:	(C+D)=				8,94	1,28
<b>J. Parcial Ítem:</b>	<b>(G+H+I)=</b>				<b>157,70</b>	<b>22,59</b>
K. Gastos Generales:	15% de (J)=				23,66	3,39
L. Utilidad:	10% de (J)=				15,77	2,26
<b>M. Subtotal:</b>	<b>(J+K+L)=</b>				<b>197,13</b>	<b>28,24</b>
N. I.V.A.:	14,94% de (M)=				29,45	4,22
O. I.T.:	3,09% de (M)=				6,09	0,87
<b>P. Total Ítem:</b>	<b>(M+N+O)=</b>				<b>232,67</b>	<b>33,33</b>