

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES	1
3.- HISTORIA DEL CEMENTO PORTLAND	2
4.- PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO	4
4.1.- OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	5
4.2.- MOLIENDA Y COCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	6
4.2.1.- PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL CLINKER	7
4.3.- MOLIENDA DEL CEMENTO	9
5.- ELABORACIÓN	10
5.1.- MATERIAS PRIMAS	10
5.2.- PROCESOS DE ELABORACIÓN	11
5.3.- OPERACIONES UNITARIAS, PROCESOS UNITARIOS	12
5.3.1.- FÓRMULA, NOMBRE, ABREVIATURA	13
6.- PROPIEDADES QUÍMICAS	14
7.- NORMAS DE CALIDAD DEL CEMENTO PORTLAND	17
8.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CLINKER DE CEMENTO PORTLAND	19
9.- COMPONENTES PRINCIPALES DEL CLINKER	20
9.1.- SILICATO TRICÁLCICO (C ₃ S)	20
9.2.- SILICATO DICÁLCICO (C ₂ S)	20
9.3.- ALUMINIO TRICÁLCICO (C ₃ A)	20
9.4.- FERROALUMINATO TETRACÁLCICO (C ₄ AF)	21
9.5.- CAL LIBRE (CAO)	21
9.6.- OXIDO DE MAGNESIO (MGO)	21
9.7.- RESIDUO INSOLUBLE (RI)	21
10.- FENOMENOLOGÍA DEL PROCESO DE CLINKERIZACIÓN	22
10.1.- PREPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	22
10.2.- PROCESOS DE COCCIÓN	25
10.2.1.- DESECACIÓN DE LOS MINERALES ARCILLOSOS	25
10.2.2.- DESCOMPOSICIÓN DE LOS CARBONATOS DE CALCIO Y MAGNESIO	25
10.2.3.- REACCIONES ENTRE SÓLIDOS	26
10.2.4.- REACCIONES EN PRESENCIA DE MATERIA FUNDIDA	27
10.2.5.- ENFRIAMIENTO	27
11.- DIFERENCIAS EN FABRICACIÓN DE LOS CEMENTOS PORTLAND Y CON ADICIÓN	28
12.- CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS DE ACUERDO A NORMA BOLIVIANA NB-011	28
12.1.- CEMENTO PORTLAND	28
12.2.- CEMENTO PORTLAND TIPO I	29
12.3.- CEMENTO CON PUZOLANA, TIPO IP	29
12.4.- Cemento Portland con filler calizo, tipo IF	29

12.5.- Cementos Puzolánicos, Tipo P	29
12.6.- Categorías resistentes de los cementos	30
12.7.- Especificaciones físicas para los cementos	31
12.8.- Especificaciones químicas para los cementos	31
13.- CONCEPTOS GENERALES DEL CONCRETO	32
13.1.- DEFINICIÓN	32
13.2.- CARACTERÍSTICAS	32
13.3.- MATERIALES COMPONENTES	32
14.- CEMENTO PORTLAND	32
14.1.- GENERALIDADES	32
14.2.- MECANISMOS DE HIFRATACIÓN	33
14.3.- PLÁSTICO	33
14.4.- FRAGUADO INICIAL	34
14.5.- FRAGUADO FINAL	34
14.6.- ENDURECIMIENTO	34
14.7.- TIPOS DE CEMENTO Y SUS APLICACIONES	36
15.- EL AGUA	37
15.1.- EL AGUA EN EL CONCRETO	37
15.2.- REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR	39
16.- AGREGADOS	40
16.1.- DEFINICIÓN	40
16.2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS Y LOS REQUISITOS PARA SU EMPLEO EN CONCRETO	41
16.3.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	41
16.4.- MÓDULO DE FINEZA	42
16.5.- ADITIVOS	45
17.- PROPIEDADES Y COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO	45
17.1.- ESTRUCTURA INTERNA DEL CONCRETO	45
18.- PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO	47
18.1.- TRABAJABILIDAD	47
18.2.- SEGREGACIÓN	48
18.3.- RESISTENCIA	49
18.3.1.- EXUDACIÓN	49
18.3.2.- CONTRACCIÓN	49
19.- PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO	50
19.1.- ELASTICIDAD	50
19.2.- RESISTENCIA	50
19.3.- EXTENSIBILIDAD	51
19.4.- DURABILIDAD	51

20.- PROPORCIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO	54
20.2.- CONSIDERACIONES	55
21.- CONCLUSIONES	58
22.- RECOMENDACIONES	68
ENSAYO DE AGREGADOS	68-86
- Grava	
- Arena	
CEMENTO CAMBA IF-30	87-96
- Ensayo de Cemento	
- Ensayo de Rotura de cilindros de Hormigón	
CEMENTO COBOCE IP-40	96-103
- Ensayo de Cemento	
- Ensayo de Rotura de cilindros de Hormigón	
CEMENTO FANCESA IP-30	104-113
- Ensayo de Cemento	
- Ensayo de Rotura de cilindros de Hormigón	
CEMENTO WARNES IP-30	114-123
- Ensayo de Cemento	
- Ensayo de Rotura de cilindros de Hormigón	
CEMENTO WARNES IP-40	124-132
- Ensayo de Cemento	
- Ensayo de Rotura de cilindros de Hormigón	
CEMENTO MINETTI (Argentina) CPF-30	133-141
- Ensayo de Cemento	
- Ensayo de Rotura de cilindros de Hormigón	
RESUMEN GENERAL	142-147
- Ensayos de Laboratorio	
FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS	148-157
BIBLIOGRAFÍA	158