

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURA Y

CIENCIAS DE LOS MATERIALES



**“RESISTENCIA DE LOS CONCRETOS UTILIZANDO
CEMENTOS IP-30 FABRICADOS EN EL PAIS, CON AGREGADOS
DE LAS CANTERAS LA CHOZA Y LA PINTADA”**

UNIV. GONZÁLES ALEJO MARIZOL

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURA Y

CIENCIAS DE LOS MATERIALES

**“RESISTENCIA DE LOS CONCRETOS UTILIZANDO
CEMENTOS IP-30 FABRICADOS EN EL PAÍS, CON AGREGADOS
DE LAS CANTERAS LA CHOZA Y LA PINTADA”**

UNIV. GONZÁLES ALEJO MARIZOL

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA

CIV - 502

TARIJA – BOLIVIA

Vº Bº

M.Sc. Ing. Luís Alberto Yurquina Flores
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TEGNOLOGÍA

M.Sc. Ing. Clovis Gustavo Succi Aguirre
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TEGNOLOGÍA

Ing. Fernando Mur L.
DOCENTE GUÍA

HOJA DE EVALUACIÓN

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

GESTIÓN 2011

EVALUACIÓN CONTINUA:

FECHA DE PRESENTACIÓN:

CALIFICACIÓN: NUMERAL:

LITERAL:

DOCENTE CIV - 502:

EVALUACIÓN FINAL:

FECHA DE PRESENTACIÓN:

CALIFICACIÓN: NUMERAL:

LITERAL:

TRIBUNAL 1:
Ing. Paul Carrasco A.

TRIBUNAL 2:
Ing. Moisés Díaz A.

TRIBUNAL 3:
Ing. Juan Gonzales Y.

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad de la autora.

AGRADECIMIENTO:

A Dios: Por guiarme por el camino correcto y levantado de los tropiezos que se pusieron en mi camino y haberme ayudado a cumplir mi carrera.

A mi familia: A mi papá Edgar por apoyarme con sus conocimientos, mis hermanos Reyna, Israel, Carla y Sinthya que me tendieron la mano y me ayudaron a salir adelante, a mis sobrinos Britney y José que con sus risas me alegraban en los días de tristeza muchas gracias .

A mis familiares y mis Amigos: Que me apoyaron sin esperar nada a cambio.

A los Docentes: por darme el conocimiento y ética en este camino largo de la carrera.

Y a todas las personas que en el camino me ayudaron sin conocerme.

PENSAMIENTO:

El bien es lento porque va cuesta arriba. El mal es rápido porque va cuesta abajo.

El sabio no se sienta para lamentarse, sino que se pone alegremente a su tarea de reparar el daño hecho.

ÍNDICE

Agradecimiento

Pensamiento

Resumen

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

	Página
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.	1
1.3. OBJETIVOS.	2
1.3.1. Objetivo General.	2
1.3.2. Objetivos Específicos.	2
1.4. ALCANCE.....	3
1.5. METODOLOGIA.....	4
1.6. HIPÓTESIS.....	4

.CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. RESEÑA HISTORICA DEL CEMENTO.....	5
2.1.1. RESEÑA HISTORICA EN BOLIVIA.....	8
2.2. TIPOS DE CEMENTO.....	10
2.2.1. Cemento Portland.....	10
2.2.1.1. Tipos de Cemento Portland.....	11
2.2.1.2. Cementos Portland Especiales.....	12
2.2.1.3. Portland Férrico.....	12

	Página
2.2.2. Cementos Blancos.....	13
2.2.3. Cementos de Mezclas.....	13
2.2.4. Cemento Puzolánico.....	13
2.2.5. Cemento Siderúrgico.....	14
2.2.6. Cemento de Fraguado Rápido.....	15
2.2.7. Cemento Aluminoso.....	15
2.2.7.1. Reacciones de Hidratación.....	16
2.3. ADICIONES MINERALES.....	19
2.4. PROCESO DE FABRICACIÓN.....	21
2.4.1. Extracción De Canteras.....	21
2.4.2. . Chancado.....	21
2.4.3. Molino De Crudo.....	22
2.4.4. Horneado.....	22
2.4.5. Molino De Cemento.....	23
2.4.6. Envasado.....	23
2.4.7. Almacenamiento Del Cemento.....	24
2.4.8. Generalidades De Los Cementos.....	25
2.5. AGREGADOS.....	26
2.5.1. Clasificación.....	27
2.5.1.1. Por Su Naturaleza.....	27
2.5.1.2. Por Su Densidad.....	27
2.5.1.3. Por El Origen, Forma Y Textura Superficial.....	27
2.5.1.4. Agregado Fino.....	28

	Página
2.5.1.5. Agregado grueso.....	30
2.6. FUNCIONES EN EL CONCRETO	32
2.7. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	34
2.7.1. Propiedades Físicas.....	36
2.7.2. Propiedades Resistentes.....	37
2.7.3. Propiedades Térmicas.....	39
2.7.4. Propiedades Químicas.....	39
2.8. POROSIDAD.....	40
2.8.1. Definición.....	40
2.8.2. Importancia de la Porosidad.....	41
2.8.3. Influencia sobre la Propiedades de los Agregados.....	41
2.8.4. Determinación de la Porosidad.....	42
2.9. LOS ADITIVOS.....	44
2.10. HORMIGONES.....	47
2.10.1. Clasificación de los hormigones.	49
2.10.2. Por su consistencia.....	49
2.10.3. Por su resistencia.....	49
2.10.3.1.Por su resistencia a Compresión.....	49
2.10.4. Propiedades de los hormigones.....	50
2.10.5. Propiedades del Hormigón Fresco.....	50
2.10.5.1. Trabajabilidad y Consistencia.....	50
2.10.5.2. Segregación del Hormigón.....	52
2.10.5.3. Exudación o Sangrado del Hormigón.....	52

	Página
2.10.5.4. Docilidad.....	52
2.10.5.5. Homogeneidad.....	53
2.10.5.6. Peso Especifico.....	54
2.10.6. Proceso de Fraguado y Endurecimiento.....	54
2.10.7. Propiedades del Hormigón Endurecido.....	54
2.10.7.1. Peso Especifico.....	55
2.10.7.2. Compacidad.....	55
2.10.7.3. Permeabilidad.....	56
2.10.7.4. Resistencia al Desgaste.....	57
2.10.8. Retracción del Hormigón.....	57
2.10.8.1. Fenómeno de Fraguado.....	57
2.10.8.2. Factores que Influyen en la retracción.....	58
2.10.8.3. Efectos de la retracción en elementos Estructurales.....	59
2.10.9. Efectos de la temperatura del hormigón.....	60
2.10.9.1. Hormigonado en tiempo Frio.....	60
2.10.9.2. Hormigonado en tiempo Caluroso.....	61
2.10.9.3. Influencia de la Temperatura en el Hormigón endurecido.....	62
2.10.10. Características Mecánicas del Hormigón.....	63
2.10.10.1. Resistencia a Compresión y característica del Hormigón.....	63
2.10.10.2. Resistencia a Tracción del Hormigón.....	67
2.10.10.2.1. Generalidades e Importancia.....	67
2.10.10.2.2. Definición.....	67
2.10.10.3. Factores que Inciden en la resistencia del Hormigón.....	68

	Página
2.10.11. Durabilidad del Hormigón.....	72
2.10.11.1. Agentes agresivos al Hormigón.....	72
2.10.11.2. Protecciones.....	75

CAPÍTULO III

CARACTERIZACION DE LOS COMPONENTES DEL HORMIGON

3.1. CARACTERÍSTICA DE LAS CANTERAS, DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.....	77
3.1.1. Ubicación de la cantera de La Choza.....	77
3.1.2. Ubicación de la cantera de La Pintada.....	78
3.2. COMPONENTES DEL CONCRETO.....	79
3.2.1. Ensayo estándar de laboratorio.....	79
3.2.1.1. Cemento.....	80
3.2.1.1.1. Características del cemento IP- 30.....	80
3.2.1.1.1.1. Cemento El Puente IP -30.....	80
3.2.1.1.1.2. Cemento Fancesa IP -30.....	81
3.2.1.1.1.3. Cemento Emisa IP -30.....	81
3.2.1.1.1.4. Cemento Viacha IP -30.....	81
3.2.1.2. Agua.....	82
3.2.1.3. Áridos.....	83
3.2.1.4. Concretos.....	84

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS DE PRUEBA

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO.....	86
---	----

	PÁGINA
4.2. DESCRIPCION DE EQUIPOS UTILIZADOS.....	86
4.3. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES.....	89
4.3.1. Cemento IP – 30.....	89
4.3.2. Agregado Fino.....	90
4.3.2.1. Tamaño Máximo (T.M.).....	90
4.3.2.2. Porcentaje de Finos.....	91
4.3.2.3. Granulometría y Modulo de Fineza.....	91
4.3.2.4. Densidad Real, Densidad Neta y Absorción.....	94
4.3.2.5. Densidad Aparente Suelta y Compacta.....	96
4.3.3. Agregado Grueso.....	99
4.3.3.1. Tamaño Máximo (TM).....	99
4.3.3.2. Tamaño Máximo Nominal (TMN).....	100
4.3.3.3. Porcentaje de Finos.....	100
4.3.3.4. Granulometría y Modulo de Finura.....	100
4.3.3.5. Densidad Real, Densidad Neta y Absorción.....	103
4.3.3.6. Densidad Aparente Suelta y Compacta.....	105
4.4. PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO.....	107
4.4.1. Finura Del Cemento.....	110
4.5. CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA PARA LA OBTENCIÓN DEL HORMIGÓN.	112
4.5.1. Demostración del Método A.C.I.....	112
4.5.2. Obtención del Asentamiento.....	113
4.5.3. Determinación del Tamaño Máximo del Agregado Grueso.....	114
4.5.4. Contenido de Aire en el Hormigón	115

	Página
4.5.5. Obtención del contenido de Agua para la Mezcla.	116
4.5.6. Determinación del Valor de la Resistencia de Diseño.....	117
4.5.7. Relación Agua/Cemento.	117
4.5.8. Calculo del Contenido de Cemento.	119
4.5.9. Dosis de Agregados para la Mezcla.....	119
4.5.9.1. Dosis de Agregado Grueso y Fino.....	122
4.5.10. Corrección por Humedad de los Agregados.	123
4.5.11. Mezcla de Prueba del Hormigón.	124
4.5.12. Diseño de Mezclas de Hormigón.	125
4.6. DOSIFICACIÓN PROPUESTA, CURADO Y ROTURA DE PROBETAS Y DE HORMIGÓN.	128
4.6.1. Elaboración de Probetas.....	128
4.6.1.1. Preparación de los Materiales.....	128
4.6.1.2. Cantidad de los Materiales.....	129
4.6.1.3. Mezcla del Hormigón.....	129
4.6.1.4. Consistencia del Hormigón.....	131
4.6.1.5. Número de Probetas de Prueba.....	131
4.6.1.6. Probetas para el Ensayo de Compresión.....	132
4.6.2. Curado de Probetas.....	134
4.6.3. Verificación de Resistencias en Laboratorio.....	136
4.6.3.1. Resistencias de Probetas a Compresión.....	136
4.6.4. Identificación Y Definición De Parámetros De Análisis.....	138
4.6.4.1. Características Generales De Los Componentes De Concreto...	138

4.6.4.2. Diagramas De Barras De Los Datos De Resistencia obtenidos. 139

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES..... 153
5.2. RECOMENDACIONES..... 156
5.3. BIBLIOGRAFÍA..... 157

ANEXOS

- Anexo I: Procedimientos de los ensayos.
- Anexo II: Caracterización de Materiales.
- Anexo III: Dosificación Método ACI-211
- Anexo IV: Datos y Resultados de las Probetas.

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1. Clasificación Y Composición De Los Cementos Según La Norma Boliviana NB-011.....	25
Tabla 2.2. La Norma Boliviana distingue y clasifica a los cementos de acuerdo a sus resistencias.....	25
Tabla 2.3. Serie de Mallas Estándar y Límites de Tolerancia Para la Arena.....	35
Tabla 2.4 Serie de Mallas y Requerimientos de Granulometría de los Agregados Gruesos.....	35
Tabla 2.5 Valores de módulos elásticos de los agregados.....	38
Tabla 2.6 Clasificación del Concreto por su Consistencia.....	49
Tabla 2.7 Clasificación por su Resistencia a Compresión “General o Internacional”..	49
Tabla 2.8 Consistencia de los Hormigones.....	51
Tabla 2.9 Acción de Altas Temperaturas Sobre el Hormigón.....	62
Tabla 2.10 Incremento Aproximado Promedio de la Resistencia a la Compresión del Concreto con el Tiempo.....	72
Tabla 2. 11 Proporción Mínima de Cemento en Ambientes Agresivos.....	76
Tabla 3.1. Análisis Físico Químico del Agua Potable en la Ciudad de Tarija (FUENTE: COSSAL).....	83
Tabla 3.2. Factores Básicos en el Proceso de Diseño de una Mezcla de Hormigón ACI-211.....	85
Tabla 4.1. Informe De Control De Calidad “Cemento IP - 30”.....	89
Tabla 4.2A. Granulometría Del Agregado Fino La Pintada.....	92
Tabla 4.2B. Granulometría Del Agregado Fino La Choza.....	93

	Página
Tabla 4.3A. Densidad y Absorción La Pintada.....	95
Tabla 4.3B. Densidad y Absorción La Choza.....	96
Tabla 4.4A. Densidad Aparente Suelta y Compactada De La Pintada.....	97
Tabla 4.4B. Densidad Aparente Suelta y Compactada De La Choza.....	98
Tabla 4.5A. Granulometría Agregado Grueso La Pintada.....	101
Tabla 4.5B. Granulometría Agregado Grueso La Choza.....	102
Tabla 4.6A. Densidad y Absorción La Pintada.....	103
Tabla 4.6B. Densidad y Absorción La Choza.....	104
Tabla 4.7A. Densidad Aparente Suelta La Pintada.....	105
Tabla 4.7B. Densidad Aparente Suelta La Choza.....	106
Tabla 4.8A. Peso Especifico del Cemento El Puente.....	107
Tabla 4.8B. Peso Especifico del Cemento Emisa.....	108
Tabla 4.8C. Peso Especifico del Cemento Fancesa.....	108
Tabla 4.8D. Peso Especifico del Cemento Viacha.....	109
Tabla 4.9A. Finura del Cemento El Puente.....	110
Tabla 4.9B. Finura del Cemento Emisa.....	110
Tabla 4.9C. Finura del Cemento Fancesa.....	111
Tabla 4.9D. Finura del Cemento Viacha.....	111
Tabla 4.10: Asentamientos Recomendados para diversos tipos de Construcción y Sistemas de Colocación y Compactación	113
Tabla 4.11. Tamaño Máx. de los Agregados Gruesos Según el Tipo de Construcción	115
Tabla 4.12. Cantidad Aproximada de Aire esperado en Concreto sin aire incluido y niveles de aire incluido para diferentes tamaños máximos de Agregado..	115

Tabla 4.13. Requerimiento Aproximado de Agua de Mezclado para diferentes Asentamientos y Tamaños Máximos de Agregado, con Partículas de forma angular y textura rugosa, en Concreto sin aire incluido.....	116
Tabla 4.14. Resistencia de Diseño Cuando no Hay Datos que Permitan Determinar la Desviación Estándar (a).....	117
Tabla 4.15. Correspondencia entre la Resistencia a la Compresión a los 28 días de edad y la Relación Agua/Cemento para los Cementos Portland Tipo I, en Concretos sin aire incluido.....	118
Tabla 4.16. Volumen de Agregado Grueso por Volumen Unitario de Concreto (b/bo).	121
Tabla 4.17A. Resistencia del Hormigón Choza – Puente.....	139
Tabla 4.17B. Resistencia del Hormigón Pintada - Puente.....	140
Tabla 4.17C. Comparación De Resistencias Del Hormigón Choza Pintada – Puente..	141
Tabla 4.18A. Resistencia del Hormigón Choza - Emisa.....	142
Tabla 4.18B. Resistencia del Hormigón Pintada - Emisa.....	143
Tabla 4.18C. Comparación De Resistencias Del Hormigón Choza Pintada - Puente...	144
Tabla 4.19A. Resistencia Del Hormigón Choza - Fancesa.....	145
Tabla 4.19B. Resistencia Del Hormigón Pintada - Fancesa.....	146
Tabla 4.19C. Comparación De Resistencias Del Hormigón Choza Pintada - Fancesa	147
Tabla 4.20A. Resistencia Del Hormigón Choza – Viacha.....	148
Tabla 4.20B. Resistencia Del Hormigón Pintada – Viacha.....	149
Tabla 4.20C. Comparación De Resistencias Del Hormigón Choza Pintada – Viacha...	150
Tabla 4.21A. Res. Del Hormigón Choza – El Puente, Emisa, Fancesa Y Viacha.....	151
Tabla 4.21B. Res. Del Hormigón Pintada – El Puente, Emisa, Fancesa Y Viacha.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1: El pueblo egipcio utilizaba un mortero - mezcla de arena con materia cementosa.....	5
Figura 2.2: El hormigón romana estaba compuesto de cal y puzolana (roca volcánica pulverizada) y las otras culturas utilizaron conglomerantes para sus estructuras.	6
Figura 2.3: el hormigón utilizado en diferentes proyectos fueron avanzando hasta en punto de realizar súper estructuras.....	7
Figura 2.4: Fábrica de cementos El Puente, Emisa, Viacha y Fancesa.....	9
Figura 2.5: Los cementos adicionados usan una combinación de cemento portland o Clinker y cemento aluminio.	12
Figura 2.6: A la izquierda se muestra los colores de la pasta del hormigón y ala derecha se enseñan el cemento adicionado (al centro) rodeado por (derecha y en el sentido del reloj) Clinker, yeso, cemento portland, ceniza volante, escoria, humo de sílice y arcilla calcinad.	12
Figura 2.7: Progreso de la hidratación de una partícula de cemento.....	17
Figura 2.8: Influencia de la relación a/c sobre la resistencia de la pasta (cemento + agua).	18
Figura 2.9: Composición de la pasta de cemento, en estado fresco y endurecido para diferentes relaciones a/c.	19
Figura 2.10: Clasificación de las adiciones minerales.....	19
Figura 2.11: Extracción de material en las canteras.....	21
Figura 2.12: Chancado del material.....	21

Figura 2.13: Molido del crudo mediante rodillos en cuyo interior tiene bolas de acero	22
Figura 2.14: Horneado del Clinker.....	22
Figura 2.15: Envasado del producto.....	23
Figura 2.16: Proceso de fabricación del cemento. A: Machacado. B: Almacenamiento Humectación (proceso húmedo) C: Pulverizado. D: Dosificación. E: Recipiente de almacenamiento de la mezcla pastosa. F: Premezclado (proceso seco).G: Pulverizado Secado. H: Mezclado. I: Granulación. J: Secado. K: Horno rotativo. L: Escoria. M: Aditivos. N: Pulverizado. O: Almacenamiento. P: Embalado.....	23
Figura 2.17: Almacenamiento de cemento de forma apropiada inapropiada.....	24
Figura 2.18: Agregado fino artificial y natural.....	29
Figura 2.19: Agregado grueso natural y artificial.....	31
Figura 2.20: 1 agregado rodados, 2 agregado con nueva superficie artificial.....	32
Figura 2.21: Banco de Agregados.....	36
Figura 2.22: Depósitos o bancos de materiales.....	43
Figura 2.23: Canteras donde se obtienen agregados por trituración o agregados naturales.....	44
Figura 2.24: Curva que utiliza aditivo superplastico que dan mayor Fluidez al hormigón que reduce su relación agua/cemento.....	45
Figura 2.25: Curva donde se muestra al hormigón con aditivo retardador o desacelerante que determina una resistencia mayor a largo plazo.....	46
Figura 2.26: Diferentes productos de aditivos.....	47
Figura 2.27: Prueba de Asentamiento con el Cono de Abrams.....	51
Figura 2.28: Ejemplos de Fisuras por Retracción.....	59
Figura 2.29a: Definición de Resistencia Característica a compresión (fck).....	64

	Página
Figura 2.29b: Definición de Resistencia Característica a compresión (fck).....	65
Figura 2.30: Resistencias del Hormigón a Tracción.....	67
Figura 3.1: Foto del área de extracción de agregados “LA CHOZA”.....	77
Figura 3.2: Foto del aérea de extracción de agregados “LA PINTADA”.....	78
Figura 3.3: Fotografía satelital con respecto a que distancias se encuentran cada Cantera con respecto a la ciudad de Tarija.....	79
Figura 3.4: Ubicación de cementos que se trajeron de los departamentos de La Paz, Tarija, Oruro y Chuquisaca.....	82
Figura 3.5: Árido grueso tradicional con un tamaño máximo entre 8 y 16 mm.....	84
Figura 4.1: Foto de juego de tamices.....	87
Figura 4.2: Fotografía de balanzas digital.....	87
Figura 4.3: Fotografía cono de Abrams.....	87
Figura 4.4: Fotografía de horno.....	87
Figura 4.5: fotografía prensa hidráulica.....	88
Figura 4.6: fotografía de moldes cilíndricos.....	88
Figura 4.7: Mezcladora mecánica.....	88
Figura 4.8: Otros materiales.	88
Figura 4.9: Seleccionadora de áridos “Viracocha” y “Fernández”.....	90
Figura 4.10: Tamizado del agregado fino.....	91
Figura 4.11: Material a utilizar.....	94
Figura 4.12: Árido saturado+ agua+matras.....	94
Figura 4.13: Arena saturada superficialmente seca.....	94
Figura 4.14: Densidad Aparente Suelta.....	99

