

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE HORMIGÓN LIVIANO
CON PERLAS PRE-EXPANDIDAS DE POLIETILENO”**

Por:

ROCÍO PATRICIA RIVERA ESCALANTE

Gestión 2014

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES**

**“PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE HORMIGÓN LIVIANO
CON PERLAS PRE-EXPANDIDAS DE POLIETILENO”**

Por:

ROCÍO PATRICIA RIVERA ESCALANTE

Proyecto de Ingeniería civil, presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado académico de Licenciatura en Ingeniería civil.

Gestión 2014

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

.....
MSc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
MSc. Ing. Silvana Paz Ramírez
VICEDECANA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....
Ing. Paul Carrasco Arnold

.....
Ing. Juan Pablo Ayala Yáñez

.....
Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

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

DEDICATORIA:

El presente estudio lo dedicó a mis padres por su apoyo incondicional y su gran ejemplo de lucha, trabajo y dedicación en la vida, a mi esposo por ser mi punto de fuerza y valentía, a mis abuelos y tíos que siempre me dieron valor en los momentos más necesitados, a todos ellos que me impulsaron a culminar una de las fases más importantes en mi superación personal.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por darme la oportunidad de llegar a esta etapa académica. A todas las personas que de alguna manera me ayudaron a llevar adelante el presente estudio.

PENSAMIENTO:

“Los obstáculos son todas aquellas cosas que te asustan cuando apartas tu mirada de los objetivos que te has fijado.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

PENSAMIENTO

RESUMEN

Página

CAPITULO I

1. EL OBJETIVO DEL CONOCIMIENTO

1.1. El Problema.....	1
1.1.1. Planteamiento	1
1.1.2. Formulación	2
1.1.3. Sistematización	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Especifico	3
1.3. Justificación	4
1.3.1. Teórica.....	4
1.3.2. Metodológica	4
1.3.3. Practica	4
1.3.4. Ambiental	4
1.4. Alcance del estudio	5
1.4.1. Marco conceptual	4
1.4.2. Marco especial.....	5
1.4.3. Marco temporal	5
1.4.4. Hipótesis	5
1.4.5. Ensayos realizados	6
1.4.6. Restricciones	6

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.Hormigón	7
2.1.1. Características mecánicas	9
2.1.2. Características físicas del hormigón.....	9
2.1.3. Fraguado y endurecimiento	10
2.1.4. Resistencia.....	10
2.1.5. Consistencia del hormigón fresco	11
2.1.6. Durabilidad.....	12
2.1.7. Tipos de hormigón	12
2.2. Perlas de polietileno pre-expandido (EPS)	15
2.3. Cemento	16
2.3.1. Características del cemento portland.....	17
2.3.1.1. Peso específico	17
2.3.1.2. Finura de molido	18
2.4. Áridos	18
2.4.1. Propiedades de los agregados.....	19
2.4.1.1. Peso unitario (PU).....	19
2.4.1.2. Peso unitario suelto (PUS)	20
2.4.1.3. Peso unitario compactado (PUC).....	20
2.5. Granulometría de los agregados.....	21
2.5.1. Agregado grueso	21
2.5.2. Agregado fino.....	24
2.5.3. Peso específico	26
2.5.4. Porcentaje de absorción.....	27
2.5.5. Humedad superficial	27
2.5.6. Agua	29
2.6. Dosificación ACI-211.1	30
2.7. Perlas de polietileno pre-expandido	35

2.8. Proceso de elaboración del hormigón aligerado con perlas de polietileno pre- expandido	38
--	----

CAPITULO III

3. MARCO PRACTICO

3.1.Propiedades de los agregados	40
3.1.1. Granulometría de la grava	40
3.1.1.1. Tamaño máximo de la grava	42
3.1.1.2. Tamaño máximo nominal de la grava.....	42
3.1.2. Peso unitario de la grava	42
3.1.2.1. Método compactado	42
3.1.2.2. Método suelto.....	43
3.1.3. Módulo de finura de la grava	43
3.1.4. Peso específico y absorción de la grava	43
3.1.5. Granulometría de la grava	44
3.1.6. Peso unitario de la arena.....	45
3.1.6.1. Método compactado	45
3.1.6.2. Método suelto.....	46
3.1.7. Módulo de finura de la arena.....	46
3.1.8. Peso específico y absorción de la arena	46
3.1.9. Peso específico del cemento.....	47
3.1.10. Peso específico de las perlas de polietileno pre-expandido (EPS)...	47
3.2.Dosificación ACI-211.1	47
3.3.Conjeturas sobre la resistencia al fuego y las propiedades térmica y acústica	56

CAPITULO IV

4. PROPIEDADES DEL HORMIGÓN ALIGERADO A BASE DE PERLAS DE POLIETILENO PRE-EXPANDIDO (EPS)

4.1. Determinación del peso específico del hormigón	61
4.1.1. Peso específico del hormigón patrón	61
4.1.2. Peso específico del hormigón aligerado a base de EPS al 20% de reemplazo de grava	62
4.1.3. Peso específico del hormigón aligerado a base de EPS al 30% de reemplazo de grava	63
4.1.4. Peso específico del hormigón aligerado a base de EPS al 40% de reemplazo de grava	64
4.1.5. Resumen del peso específico del hormigón aligerado	65
4.1.5.1. A 7 días de rotura del hormigón.....	65
4.1.5.2. A 14 días de rotura del hormigón.....	66
4.1.5.3. A 28 días de rotura del hormigón.....	67
4.2. Resumen de la resistencia a compresión Vs (%) Reemplazo de grava	68
4.2.1. A 7 días de rotura	68
4.2.2. A 14 días de rotura	69
4.2.3. A 28 días de rotura	70
4.3. Resumen de la resistencia a compresión Vs Tiempo en días	71
4.3.1. Probeta patrón	71
4.3.2. Probeta con reemplazo de 20% de grava.....	72
4.3.3. Probeta con reemplazo de 30% de grava.....	73
4.3.4. Probeta con reemplazo de 40% de grava.....	74
4.4. Determinación de la absorción del hormigón	75
4.4.1. Absorción del agua del hormigón patrón	75
4.4.2. Absorción del agua del hormigón aligerado a base de EPS al 20% de reemplazo de grava	75

4.4.3. Absorción del agua del hormigón aligerado a base de EPS al 30% de reemplazo de grava	76
4.4.4. Absorción del agua del hormigón aligerado a base de EPS al 40% de reemplazo de grava	77
4.5. Conjeturas de la resistencia al fuego y las propiedades térmica y acústica	78
4.6. Comparación de costos por m ³	80
4.6.1. Probeta patrón	80
4.6.2. 20% de Reemplazo de polietileno	80
4.6.3. 30% de Reemplazo de polietileno	81
4.6.4. 40% de Reemplazo de polietileno	81

CAPITULO IV

5. CAMPO DE APLICACIÓN DE HORMIGÓN ALIGERADO

5.1. Contrapisos en las edificaciones	82
5.1.1. Contrapiso sobre losas	83
5.1.2. Contrapiso en azoteas	85
5.2. Muros de hormigón aligerado	86
5.3. Botaguas de hormigón aligerado	86
5.4. Mesones de cocina	87

CAPITULO IV

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPITULO II MARCO TEORICO

Figura 2.1 Consistencia del hormigón fresco.....	11
Figura 2.2 Cemento FANCESA IP-30.....	16
Figura 2.3 Propiedades del cemento FANCESA	17
Figura 2.4 Planta chancadora de áridos.....	18
Figura 2.5 Agregado grueso (grava)	21
Figura 2.6 Agregado fino (Arena)	24
Figura 2.7 Condiciones de humedad de los agregados	28
Figura 2.8 Agua de amasado	29

CAPITULO III MARCO PRACTICO

Figura 3.5 Curva granulométrica de la arena.....	45
Figura 3.6 Molde cilíndrico de 3lt.....	45
Figura 3.7 Matraz graduado para peso específico aparente de la arena.....	46
Figura 3.8 Cemento FANCESA IP-30	47
Figura 3.9 Maquina mezcladora	48
Figura 3.10 Ensayo de cono de Abrams del hormigón patrón.....	48
Figura 3.9 Pasta de hormigón colocada en moldes cilíndrico.....	49
Figura 3.10 Curado de probetas en agua.....	49
Figura 3.11 Equipo de rotura de probetas	50
Figura 3.12 Pasta de hormigón a ligerado a base de EPS	52
Figura 3.13 Ensayo de cono de Abrams para el 20% de reemplazo de grava	52
Figura 3.14 Pasta de hormigón aligerado de base de EPS	54
Figura 3.15 Ensayo de cono de Abrams para el 30% de reemplazo de grava	54
Figura 3.16 Pasta de hormigón aligerado de base de EPS	55
Figura 3.17 Ensayo de cono de Abrams para el 30% de reemplazo de grava	56

Figura 3.18 Probetas en contacto con fuego	57
Figura 3.19 Probetas al 20% de reemplazo de grava, después de 30 minutos de estar en contacto con el fuego	57
Figura 3.20 Probetas al 30% de reemplazo de grava, después de 30 minutos de estar en contacto con el fuego	58
Figura 3.21 Probetas al 40% de reemplazo de grava, después de 30 minutos de estar en contacto con el fuego	58
Figura 3.24 Termómetro de contacto	59
Figura 3.25 Transferencia de calor del hormigón	59
Figura 3.26 Medición de la temperatura	59
Figura 3.27 Expansión de sonido de lote	60

CAPITULO V CAMPO DE APLICACIÓN DE HORMIGÓN ALIGERADO

Figura 5.1 Construcción de una obra civil	82
Figura 5.2 Rellenado de hormigón aligerado, sobre losa para dar pendientes	83
Figura 5.3 Mosaicos fijados con mortero.....	84
Figura 5.4 Piso cerámico fijado con pegamento especial	84
Figura 5.5 Fajas que dan la pendiente a la azotea.....	85
Figura 5.6 Azotea rellena con hormigón aligerado	85
Figura 5.7 Muro de hormigón aligerado como separador de ambientes.....	86
Figura 5.8 Botaguas de hormigón aligerado	87
Figura 5.9 Mesón de cocina prefabricada	87

ÍNDICE DE CUADROS

Página

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

Tabla 2.1 Consistencia de los hormigones frescos	12
Tabla 2.2 Tipos de hormigón	12
Tabla 2.3 Consistencia del hormigón según densidad	14
Tabla 2.4 Requisitos de la norma ASTM para el agregado grueso.....	22
Tabla 2.5 Granulometría de la norma ASTM C-33 para el agregado grueso	23
Tabla 2.6 Requisitos de la norma ASTM para el agregado fino	25
Tabla 2.7 Granulometría de la norma ASTM C-33 para el agregado fino	24
Tabla 2.8 Porcentaje de sustancias permisibles contaminantes para agregado grueso	25
Tabla 2.8 Análisis Físico-químico del agua.....	29
Tabla 2.9 Determinación de la razón agua/cemento	30
Tabla 2.10 Asentamiento de cono recomendado para diferentes tipos de construcción (ACI 211-1).....	31
Tabla 2.11 Requerimientos aproximados para dosis de agua (l/m^3) y contenido de aire (%) para diferentes trabajabilidad y tamaños máximos nominales de áridos (ACI 211-1)	32
Tabla 2.12 Volumen aparente de árido grueso seco por metro cubico de hormigón (ACI 211-1)	33

CAPITULO III MARCO PRACTICO

Tabla 3.1 Juego de tamices	41
Tabla 3.2 Curva granulométrica de la grava	42
Tabla 3.3 Molde cilíndrico de 14lt	43
Tabla 3.4 Equipo para realizar peso específico aparente de la grava	43
Tabla 3.5 Granulometría de la arena	44