



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y

CONSTRUCCION

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACION

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA:

“APLICACIÓN DE LA ARCILLA EXPANDIDA (ARLITA) COMO REEMPLAZO PARCIAL DE LOS ARIDOS EN MEZCLAS DE HORMIGÓN PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA CONSTRUCCION”.

TUTOR:

MG. ING. KLEBER MOSCOSO RIERA

AUTORA:

SHIRLEY KARINA SUAREZ WALSH

GUAYAQUIL

2019



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Aplicación de la arcilla expandida (arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

AUTOR/ES:

Shirley Karina
Suárez Walsh

REVISORES O TUTORES:

Ing. Kleber Moscoso Riera

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero civil

FACULTAD:

Ingeniería Industria y Construcción

CARRERA:

Ingeniería civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2019

N. DE PAGS:

183

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE:

Materiales de construcción, arcilla, elemento estructural, ingeniería civil, hormigón.

RESUMEN:

En la actualidad existen diversos tipos de hormigón unos aligerados y otros pesados; el hormigón se compone de una mezcla compacta de áridos gruesos, finos, cemento, agua y ocasionalmente algún tipo de aditivo dependiendo de los requerimientos del mismo, el cual se endurece al pasar por una reacción química llamada fraguado dando como resultado un

elemento de hormigón resistente a la compresión y flexión.

Los hormigones livianos o aligerados han sido empleados a partir de la segunda mitad del siglo veinte debido a ser los más convenientes para aplicarlos en algunas obras por sus ventajas frente a los hormigones convencionales sin embargo su desarrollo se ha visto un poco limitado.

Existen algunos agregados que pueden aligerar un hormigón entre los cuales podemos mencionar la piedra pómez, cascotes de ladrillos, escoria expandida, poliestireno expandido y arcilla expandida.

El presente proyecto de investigación se enfoca en el estudio de un hormigón liviano o aligerado usando como un reemplazo parcial del árido la arcilla expandida también conocida como Arlita, la cual es comercializada en Ecuador generalmente con fines en jardinería debido a ser un excelente material filtrante por su alta porosidad.

En este estudio se investigara y pondrá en práctica los procedimientos para clasificar los agregados que utilizaremos para la elaboración del hormigón liviano y se determinara las dosificación idónea para obtener un resistencia mayor o igual al hormigón tradicional

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTORES/ES: SHIRLEY KARINA SUAREZ WALSH	Teléfono: 042841660 0980663907	E-mail: karisuarez2710@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mg. Alex Salvatierra Espinoza Decano y Director de Carrera Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS-2.docx (D56436690)
Submitted: 03/10/2019 17:04:00
Submitted By: kmoscosor@ulvr.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

URKUND TESIS A.E..docx (D14909463)
TESIS-MTE-UG-GACB-2016.docx (D18200146)
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2294/1/UPSE-TIC-2015-015.pdf>

Instances where selected sources appear:

20



Ing. MSc. Kleber Moscoso Riera

CERTIFICACION DE AUTORIA Y CESION DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil,

Yo, Shirley Karina Suárez Walsh declaro bajo juramento que la autoría del presente Proyecto de Investigación me corresponde en su totalidad al mismo tiempo me hago responsable de los criterios y opiniones científicas realizadas en el mismo, como resultado de la investigación que he realizado.

De la misma forma cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y normativa institucional vigente.



Shirley Suárez Walsh
C.I. #0928218452

CERTIFICACION DE ACEPTACION DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de Investigación “APLICACIÓN DE LA ARCILLA EXPANDIDA (ARLITA) COMO REEMPLAZO PARCIAL DE LOS ARIDOS EN MEZCLAS DE HORMIGÓN PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA CONSTRUCCION” designado por el Consejo Directivo de la facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

Certifico:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el proyecto de Investigación titulado “APLICACIÓN DE LA ARCILLA EXPANDIDA (ARLITA) COMO REEMPLAZO PARCIAL DE LOS ARIDOS EN MEZCLAS DE HORMIGÓN PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN LA CONSTRUCCION” presentado por la estudiante SHIRLEY KARINA SUAREZ WALSH como requisito previo para optar al título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apta para su sustentación.



Ing. MSc. Kleber Moscoso Riera

AGRADECIMIENTOS

Agradecida a Dios por permitirme la vida y salud que poseo; A mi abuela Delia Walsh Yagual y mi tía Marjorie Suárez Walsh por siempre estar en los buenos y malos momentos hasta la fecha, por apoyarme en mis metas y sueños sin juzgar los mismos, por enseñarme a valerme por mi misma y aprovechar mis facultades desde el ingreso a la Universidad.

Agradezco en especial a mi Esposo, Cesar Francisco Vera Orellana, por apoyarme en los últimos pasos para concluir mi carrera enseñándome a seguir luchando y a no claudicar.

A mis amigos de la Universidad, Sandra Cusme, Roy Briones, Marcos Pluas y Eddy Vargas que siempre estuvimos unidos desde el principio hasta el fin, que siempre me ayudaron con consejos, con su apoyo incondicional académicamente y personalmente, con los cuales he podido compartir en el sentido laboral y personal y pese a la distancia actual conservamos esa unión.

Finalmente agradezco a mi tutor el Ing. MSc. Kleber Alberto Moscoso Riera, que me ayudo con la realización de la presente tesis guiándome para una presentación exitosa demostrando el esfuerzo de mi investigación.

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación y todos los frutos de mi esfuerzo de forma profesional y personal van dedicados a mi familia, mi esposo el Sr. Cesar Francisco Vera Orellana, mis hijos Anthony Saúl Vera Suarez y Klever Uriel Vera Suárez la razón de mi existencia y sacrificios en mi vida; a la vez la luz que ilumina mi caminar y mis fuerzas para luchar en un futuro más próspero.

Este trabajo va dedicado a las mujeres de mi profesión para que cumplan con sus metas sin importar el que digan o el trato que le den a una en el trabajo, siempre demostrando que una puede realizar los trabajos de esta área igual o mejor que un hombre y que ambos valemos lo mismo.

En especial quiero dedicar este fruto de mi esfuerzo para concluir mi carrera a todas esas personas que conocí a lo largo de mi vida Universitaria y que menospreciaron mi labor como profesional y que dudaron de mis facultades; esta es la muestra que la dedicación y el estudio son parte importante de un buen profesional.

INDICE GENERAL

Introducción	1
CAPITULO I - DISEÑO DE LA INVESTIGACION	
1.1 Tema	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Sistematización del problema	2
1.5 Objetivo general	3
1.6 Objetivos específicos	3
1.7 Justificación del problema	3
1.8 Delimitación o alcance de la investigación	3
1.9 Hipótesis de la investigación	4
1.10 Línea de investigación	4
CAPITULO II - MARCO TEORICO	
2.1 Antecedentes	5
2.2 Hormigón	5
2.2.1 Propiedades del Hormigón	7
2.2.2 Materiales usados para la fabricación del Hormigón	8
2.2.2.1 Cemento Portland	8
2.2.2.1.1 Fabricación del Cemento Portland	8
2.2.2.1.2 Tipos de Cemento Portland	10
2.2.2.1.3 Propiedades del Cemento Portland	12
2.2.2.2 Agregados o Áridos	13
2.2.2.2.1 Características de los áridos	14
2.2.2.3 Agua	14
2.2.2.4 Aditivos	14
2.2.3 Hormigón liviano o ligero	15
2.2.3.1 Agregados livianos o ligeros	15
2.2.3.1.1 Clasificación de los agregados	16
2.2.3.1.2 Agregados livianos naturales	16
2.2.3.1.3 Agregados livianos artificiales	17
2.2.3.1.4 Agregados livianos orgánicos	17

2.4	Arcilla Expandida (Arlita)	18
2.4.1	Requisitos para que una arcilla se expanda	18
2.4.2	Fabricación de las arcillas expandidas	19
2.4.3	Características de la arcilla expandida	21
2.4.4	Usos y aplicaciones de la arcilla expandida	22
2.5	Marco Legal	22
2.5.1	Texto Unificado de legislación y medio ambiente	22
2.5.2	Ordenanzas Municipales	26
2.5.3	Norma Ecuatoriana de la Construcción	26
2.5.4	Norma Técnica Ecuatoriana INEN	26

CAPITULO III - METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1	Tipo de Investigación	28
3.1.1	Etapas de la investigación experimental	28
3.2	Enfoque de la Investigación	29
3.3	Materiales a utilizar para el hormigón	30
3.4	Ensayos realizados para determinar las propiedades de los agregados	30
3.4.1	Análisis granulométrico	30
3.4.2	Partículas más finas que 75µm	31
3.4.3	Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	32
3.4.4	Partículas livianas	32
3.4.5	Porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación	33
3.4.6	Resistencia al desgaste	33
3.4.7	Revenimiento	34
3.4.8	Pesos Volumétricos	34
3.4.9	Diseño del hormigón liviano con arcilla expandida	35
3.4.9.1	Recomendaciones para la dosificación	36
3.4.10	Diseño de concreto ligero y tradicional por el método ACI 211.1	37
3.4.11	Diseño de concreto ligero por el Método ACI 211.2	41
3.5	Propiedades del concreto endurecido	43
3.5.1	Elaboración de especímenes	43
3.5.2	Resistencia a la compresión	46
3.5.3	Resistencia a la flexión	47
3.6	Encuesta	50

3.7 Análisis de Resultados	55
----------------------------	----

CAPITULO IV - INFORME FINAL

4.1 Informe de Ensayos de Materiales usados en el hormigón tradicional y ligero	56
4.2 Factibilidad del Proyecto de Investigación	116
4.3 Factibilidad Económica	117
Conclusiones	119
Recomendaciones	120
Referencias Bibliográficas	121
Anexos	123

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Fabricación del Cemento Portland	9
Figura 2	Tipos de Cemento Holcim Ecuador	10
Figura 3	Clasificación de la arlita dependiendo de su tamaño	18
Figura 4	Proceso de expansión de la arcilla	21
Figura 5	Características de la arcilla expandida	21
Figura 6	Normas aplicadas al material para hormigón	27
Figura 7	Equipo Utilizado para ensayo NTE INEN 697	31
Figura 8	Maquina de los ángeles	33
Figura 9	Fracturas típicas	47
Figura 10	Esquema de un espécimen en el aparato de ensayo	48
Figura 11	Fractura de viga en el tercio medio	49
Figura 12	Fractura de viga fuera del tercio medio	49
Figura 13	Ensayo granulométrico del árido fino 1	56
Figura 14	Ensayo granulométrico de la arcilla expandida	58
Figura 15	Ensayo granulométrico fino 2	60
Figura 16	Ensayo granulométrico de la muestra de piedra ½”	62
Figura 17	Partículas más finas de 75µm	64
Figura 18	Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	65
Figura 19	Partículas livianas	66
Figura 20	Partículas en suspensión después de 1 hora de sedimentación	67
Figura 21	Resistencia a la abrasión	68
Figura 22	Propiedades de los agregados gruesos	69
Figura 23	Propiedades de los agregados finos 1	70
Figura 24	Propiedades de la arcilla expandida	71
Figura 25	Propiedades de los agregados finos 2	72
Figura 26	diseño $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 40% grueso y 60% fino	73
Figura 27	dosificación $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 40% grueso y 60% fino	74
Figura 28	diseño $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 50% grueso y 50% fino	75
Figura 29	dosificación $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 50% grueso y 50% fino	76
Figura 30	diseño $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 60% grueso y 40% fino	77
Figura 31	dosificación $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 60% grueso y 40% fino	78
Figura 32	diseño $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 60% grueso y 40% fino	82

Figura 33	dosificación $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 60% grueso y 40% fino	83
Figura 34	diseño $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 50% grueso y 50% fino	84
Figura 35	dosificación $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 50% grueso y 50% fino	85
Figura 36	diseño $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 40% grueso y 60% fino	86
Figura 37	dosificación $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 40% grueso y 60% fino	87
Figura 38	diseño ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 10% AG, 60% AF y 30% arlita	91
Figura 39	dosificación ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 10% AG, 60% AF y 30% arlita	92
Figura 40	diseño ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 20% AG, 60% AF y 20% arlita	93
Figura 41	dosificación ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 20% AG, 60% AF y 20% arlita	94
Figura 42	diseño ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 30% AG, 60% AF y 10% arlita	95
Figura 43	dosificación ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 30% AG, 60% AF y 10% arlita	96
Figura 44	diseño ligero $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 10% AG, 60% AF y 30% arlita	100
Figura 45	dosificación ligero $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 10% AG, 60% AF y 30% arlita	101
Figura 46	diseño ligero $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 20% AG, 60% AF y 20% arlita	102
Figura 47	dosificación ligero $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 20% AG, 60% AF y 20% arlita	103
Figura 48	diseño ligero $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 30% AG, 60% AF y 10% arlita	104
Figura 49	dosificación ligero $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$ con 30% AG, 60% AF y 10% arlita	105
Figura 50	diseño ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 40% grueso y 60% fino	109
Figura 51	diseño ligero $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con 60% grueso y 40% fino	110
Figura 52	Ensayo a flexion del hormigón tradicional	113
Figura 53	Ensayo a flexion del hormigón ligero con reemplazo parcial	114
Figura 54	Ensayo a flexion del hormigón ligero total	115

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1	Resultados de la pregunta 1 de la encuesta	50
Grafico 2	Resultados de la pregunta 2 de la encuesta	51
Grafico 3	Resultados de la pregunta 3 de la encuesta	51
Grafico 4	Resultados de la pregunta 4 de la encuesta	52
Grafico 5	Resultados de la pregunta 5 de la encuesta	52
Grafico 6	Resultados de la pregunta 6 de la encuesta	53
Grafico 7	Resultados de la pregunta 7 de la encuesta	53
Grafico 8	Resultados de la pregunta 8 de la encuesta	54
Grafico 9	Resultados de la pregunta 9 de la encuesta	54
Grafico 10	Curva granulométrica del Agregado Fino 1	57
Grafico 11	Curva granulométrica de la Arlita	59
Grafico 12	Curva granulométrica del Agregado Fino 2	61
Grafico 13	Curva granulométrica del Agregado Grueso	63
Grafico 14	Ensayo de Rotura de hormigón tradicional 1era dosificación (210)	79
Grafico 15	Ensayo de Rotura de hormigón tradicional 2da dosificación (210)	80
Grafico 16	Ensayo de Rotura de hormigón tradicional 3era dosificación (210)	81
Grafico 17	Ensayo de Rotura de hormigón tradicional 1era dosificación (240)	88
Grafico 18	Ensayo de Rotura de hormigón tradicional 2da dosificación (240)	89
Grafico 19	Ensayo de Rotura de hormigón tradicional 3era dosificación (240)	90
Grafico 20	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 4ta dosificación (210)	97
Grafico 21	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 5ta dosificación (210)	98
Grafico 22	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 6ta dosificación (210)	99
Grafico 23	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 4ta dosificación (240)	106
Grafico 24	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 5ta dosificación (240)	107
Grafico 25	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 6ta dosificación (240)	108
Grafico 26	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 1era dosificación (210)	111
Grafico 27	Ensayo de Rotura de hormigón ligero 2da dosificación (210)	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Variación en la proporción de los materiales usados	6
Tabla 2	Comparación de diferentes tipos de cemento frente al cemento de uso general	12
Tabla 3	Tipos de hormigón según el agregado utilizado	13
Tabla 4	Tamaño mínimo de la muestra para ensayo de partículas livianas	32
Tabla 5	Slump según la consistencia del hormigón	38
Tabla 6	Slump según el tipo de construcción	38
Tabla 7	Cantidad de agua según el slump y cantidad de aire en el hormigón	39
Tabla 8	Relación de agua/cemento según la resistencia	40
Tabla 9	Cantidad de cemento según la resistencia del concreto	42
Tabla 10	Diámetro de varilla y número de penetraciones por capa	45
Tabla 11	Tipo de compactación, profundidad y numero de golpes	46
Tabla 12	Resultados de Ensayos de Compresión	116
Tabla 13	Resultados de Ensayos de Flexion	117
Tabla 14	Diferencias de costo entre el hormigón Armado tradicional y el ligero	118

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Ordenanzas Municipales de Guayaquil	123
Anexo 2	Norma Ecuatoriana de la Construcción	130
Anexo 3	Norma Técnica Ecuatoriana	133
Anexo 4	Modelo de Encuesta	153
Anexo 5	Análisis de Precios Unitarios	154
Anexo 6	Reporte Fotográfico	165

INTRODUCCION

En la actualidad existen diversos tipos de hormigón unos aligerados y otros pesados; el hormigón se compone de una mezcla compacta de áridos gruesos, finos, cemento, agua y ocasionalmente algún tipo de aditivo dependiendo de los requerimientos del mismo, el cual se endurece al pasar por una reacción química llamada fraguado dando como resultado un elemento de hormigón resistente a la compresión y flexión.

Los hormigones livianos o aligerados han sido empleados a partir de la segunda mitad del siglo veinte debido a ser los más convenientes para aplicarlos en algunas obras por sus ventajas frente a los hormigones convencionales sin embargo su desarrollo se ha visto un poco limitado.

Existen algunos agregados que pueden aligerar un hormigón entre los cuales podemos mencionar la piedra pómez, cascotes de ladrillos, escoria expandida, poliestireno expandido y arcilla expandida.

El presente proyecto de investigación se enfoca en el estudio de un hormigón liviano o aligerado usando como un reemplazo parcial del árido la arcilla expandida también conocida como Arlita, la cual es comercializada en Ecuador generalmente con fines en jardinería debido a ser un excelente material filtrante por su alta porosidad.

En este estudio se investigara y pondrá en práctica los procedimientos para clasificar los agregados que utilizaremos para la elaboración del hormigón liviano y se determinara la dosificación idónea para obtener una resistencia mayor o igual al hormigón tradicional.

CAPITULO I – DISEÑO DE LA INVESTIGACION

1.1 Tema

Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

1.2 Planteamiento del problema

En Ecuador no se ha desarrollado un estudio a fondo para conocer las ventajas de usar un compuesto como la arcilla expandida, la cual es un producto fabricado en plantas industriales pero usada para fines de jardinería ya que al ser un producto altamente poroso su principal uso es como un material filtrante.

La Arlita o arcilla expandida puede ser muy beneficiosa utilizarla para fines constructivos ya que la mayor carga estructural radica en el peso de hormigón.

Al usar este agregado de baja densidad se reducirá su peso convirtiéndolo en un hormigón liviano pero con iguales o mayores resistencias que un hormigón tradicional.

Es importante mencionar que: “Para que un hormigón tenga los parámetros de un hormigón liviano o ligero debe tener una densidad máxima de 1840 Kg/cm^3 y una resistencia mínima a la compresión de 17 MPa a los 28 días”. (ACI, 2018)

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera puede ser factible para Ecuador integrar a la arcilla expandida como un agregado alternativo para fabricar hormigones que tengan las mismas o mejores resistencias que un hormigón tradicional?

1.4 Sistematización del problema

¿Qué procedimientos debemos aplicar para conocer el comportamiento mecánico que tendrá un hormigón liviano con arcilla expandida como agregado parcial?

¿Cómo determinar su dosificación para alcanzar una resistencia igual o mayor que un hormigón convencional?

1.5 Objetivo general

Analizar el comportamiento mecánico del hormigón utilizando diferentes porcentajes de arcilla expandida y así determinar la factibilidad de este agregado sometándolo a diferentes pruebas de materiales para verificar su resistencia a la compresión y flexión en los elementos estructurales a ser utilizados.

1.6 Objetivos específicos

- ✓ Determinar las ventajas y desventajas de usar la arcilla expandida como agregado para las mezclas de hormigón.
- ✓ Verificar las resistencias y el comportamiento del agregado frente a un hormigón tradicional
- ✓ Realizar las pruebas de laboratorio y comprobar factibilidad del uso de la arcilla expandida.
- ✓ Determinar las dosificaciones de los agregados para una mezcla de hormigón liviano respetando la norma ACI

1.7 Justificación

La importancia del hormigón en la industria de la construcción, la demanda en aumento y la ausencia de agregados con características adecuadas dentro de Ecuador me ha impulsado a investigar más sobre alternativas de utilizar un agregado de peso ligero que tenga cualidades que iguale o mejore al hormigón tradicional.

El propósito de este proyecto de investigación es plantear la posibilidad de usar la arcilla expandida como agregado ya que es un producto de origen cerámico con un alto grado de porosidad y peso ligero lo cual reduce el peso del hormigón y a la vez debido a su porosidad almacena más cantidad de agua que otro agregado lo cual reduce el tiempo de fraguado

1.8 Delimitación del problema

En toda obra civil se realizan una serie de pruebas de los materiales a emplear en la estructura y a los agregados a usar para la mezcla del hormigón que se aplicara en esa construcción con el fin de ser un producto de calidad que cumpla con requerimientos como buena resistencia y trabajabilidad.

1.9 Hipótesis de la investigación

Este estudio nos permitirá conocer y aplicar a un futuro una metodología de dosificación de los agregados para un hormigón ligero reduciendo el peso pero obteniendo una resistencia igual o mayor que el de un hormigón tradicional.

1.11 Línea de Investigación Institucional

De acuerdo a las líneas de Investigación institucional de la ULVR, este proyecto de investigación se encuentra dentro de la tercera línea de investigación institucional denominada: Territorio, medio ambiente y materiales de construcción.

Por lo tanto la arcilla expandida que usare para este proyecto de investigación será usada en la mezcla de hormigón, la línea institucional se enfoca directamente en los materiales de construcción.

Línea 3: Territorio y Materiales de Construcción

CAPITULO II – MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

Los hormigones livianos o aligerados han sido usados desde la segunda mitad del siglo XX en muchas obras, su aplicación se ha visto más favorable frente al uso del hormigón tradicional; sin embargo el desarrollo de este tipo de hormigón se ha visto bastante limitado.

La estructura pionera elaborada en hormigón liviano de tipo estructural, fue construida en la ciudad de Kansas en el año de 1922, se trataba de una ampliación de la escuela de Deportes acuáticos de dicha ciudad, el uso de hormigón aligerado era muy factible por la poca capacidad portante de la cimentación de dicha estructura.

Se realizó un estudio en la cimentación del edificio de la compañía de Southwestern Bell Telephone Company de la ciudad de Kansas el cual constaba de 14 pisos y se quería comprobar la posibilidad de aumentar algunos pisos a dicha estructura; después del análisis de la estructura y su cimentación se concluyó que se podía aumentar 8 pisos utilizando hormigón tradicional, se resolvió utilizar un hormigón más ligero y así se logró aumentar 14 pisos más de manera exitosa.

2.2 Hormigón

Se define como hormigón a la mezcla de dos componentes generales: los agregados y la pasta. Los agregados podemos clasificarlos en dos: gruesos y finos; los agregados gruesos son los que poseen aproximadamente más de $\frac{1}{4}$ de pulgada mientras que los agregados finos son aquellos cuyos granos tienen menos de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

La pasta está compuesta por el cemento, agua en algunas ocasiones algún tipo de aditivo o aire incluido.

Generalmente, la pasta de cemento puede ser del 25 al 40 por ciento del volumen total del concreto. Como podemos observar en la Tabla # 1, El volumen absoluto de cemento esta entre en 7 y 15 por ciento y el agua del 14 al 21 por ciento; podemos observar que cuando el concreto contiene aire incluido, su proporción puede ser el 8 por ciento del volumen.

Tabla 1

Variación en la proporción de los materiales usados en el concreto.

	Porcentaje Agregado grueso	Porcentaje Agregado fino	Porcentaje de Aire	Porcentaje de Agua	Porcentaje de Cemento
Concreto sin aire incluido	51 %	25%	1%	16%	7%
Concreto sin aire incluido	31%	30%	3%	21%	15%
Concreto con aire incluido	51%	24%	4%	14%	7%
Concreto con aire incluido	31%	28%	8%	18%	15%

Fuente: (Portland Cement Assotiation, 1991)

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

La selección del agregado es importante, ya que constituye del 60 al 80 por ciento del hormigón; el agregado debe ser partículas que soporten y resistan las condiciones de la intemperie, y no deben contener materiales que pueden perjudicar al concreto.

Para un uso eficaz del cemento debemos considerar que la gradación de los agregados sea uniforme para que cada partícula de agregado quede cubierta por la pasta de cemento sin dejar espacio entre partículas.

Pese a los agregados ser importantes a la hora de fabricar un concreto, la calidad del concreto depende en gran parte a la calidad de la pasta, la cual a su vez depende de la relación de la cantidad de agua, la cantidad de cemento usado y del curado del concreto.

La propiedad de cementación de la pasta se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua la cual se denomina hidratación; esta reacción al principio es rápida pero al transcurrir el tiempo se va tornando mucho más lenta.

La cantidad de agua que vayamos a utilizar para mezclar el concreto es mayor que la que se necesita para la completa hidratación, lo cual es algo necesario de hacer para obtener un hormigón plástico y manejable. Para tener un hormigón con buenos resultados es importante utilizar una correcta relación de agua/cemento.

2.2.1 Propiedades del hormigón

- Resistencia al Intemperismo (al congelamiento y a la fusión).

Un importante requisito que debe cumplir el concreto es el tener una elevada resistencia al intemperismo o exposición a la intemperie. Puede ocurrir un deterioro producto de la dilatación del agua de la pasta, de algunas partículas del agregado o la combinación de las dos, una buena opción es incluir aire para elevar la resistencia a este deterioro.

- Impermeabilidad en el hormigón

Todo concreto requiere que sea impermeable y esta característica depende principalmente de la cantidad de agua y cemento utilizadas en la elaboración del concreto así como el tiempo de curado. La inclusión de aire mejora la impermeabilidad al incrementar la densidad que se obtiene de mejorar la trabajabilidad y reducir el exudado debido a la baja relación de agua/cemento utilizada a su vez no debe contar con rajaduras ni agujeros.

- Resistencia del concreto

Uno de los factores más importantes para cualquier tipo de obra es la resistencia a la compresión del hormigón pese a en algunos tipos de obras dar gran importancia a la resistencia a la flexión del hormigón podemos utilizar la resistencia a la compresión como un indicador de la resistencia a la flexión.

- Resistencia al desgaste

Cuando utilizamos el concreto para hacer pisos, pavimentos y vertederos estos tipos de estructuras sufrirán desgaste por lo tanto es importante con un hormigón resistente a la abrasión o al desgaste. Que un hormigón tenga una buena resistencia a la abrasión depende principalmente de la buena resistencia del hormigón que la misma posea.

Debido a que la relación agua/cemento y el curado intervienen para obtener buena resistencia a la compresión del hormigón, es notable que una baja relación de agua/cemento nos dará una óptima resistencia al desgaste.

- Curado Húmedo

El aumento de la resistencia del concreto se debe al correcto curado evitando que el concreto se seque, ya que si se seca el concreto las reacciones químicas se van haciendo más lentas hasta el punto de suspenderse.

La importancia del curado del hormigón se radica desde el momento del colado del mismo hasta que haya obtenido la resistencia requerida que se obtiene generalmente a los 28 días.

2.2.2 Materiales usados para la fabricación de hormigón

2.2.2.1. Cemento portland

Los cementos portland se llaman hidráulicos porque fraguan y endurecen al reaccionar en contacto con el agua, esta reacción llamada hidratación la misma que forma una masa parecida a la piedra.

“El invento o creación del cemento portland se lo atribuye a Joseph Aspdin, el cual era un albañil inglés. Obtuvo una patente en 1824 y llamo a su producto “cemento portland” debido a que producía un hormigón parecido a la caliza natural que era extraída en Inglaterra en la isla de Portland”. (Proyecto y control de mezclas de concreto, Editorial Limusa)

2.2.2.1.1 Fabricación del cemento portland

Los componentes utilizados para la elaboración del cemento portland debe contener proporciones correctas de cal, sílice, alúmina y componentes de hierro.

Durante el proceso de fabricación con frecuencia se realizan pruebas de los materiales a usar con el fin de obtener un cemento de alta calidad.

Las materias primas se pulverizan y se dosifican de forma que la mezcla resultante tenga las proporciones adecuadas y la composición química deseada; para obtener esto hay dos maneras de procesarlas ya sea en un proceso seco en el cual la mezcla y la molienda se hacen con materiales secos y el otro es un proceso húmedo que consta para la molienda y la mezcla se usa una pasta delgada.

Una vez preparada la mezcla se alimenta al extremo superior de un horno; la mezcla pasa a un horno a una velocidad controlada por una pendiente y la velocidad con la que gira. El combustible por quemar consta en carbón molido, gasolina o gas, que se inyecta en el

extremo inferior del horno, lo cual produce una temperatura de 2600 a 3000 grados Fahrenheit

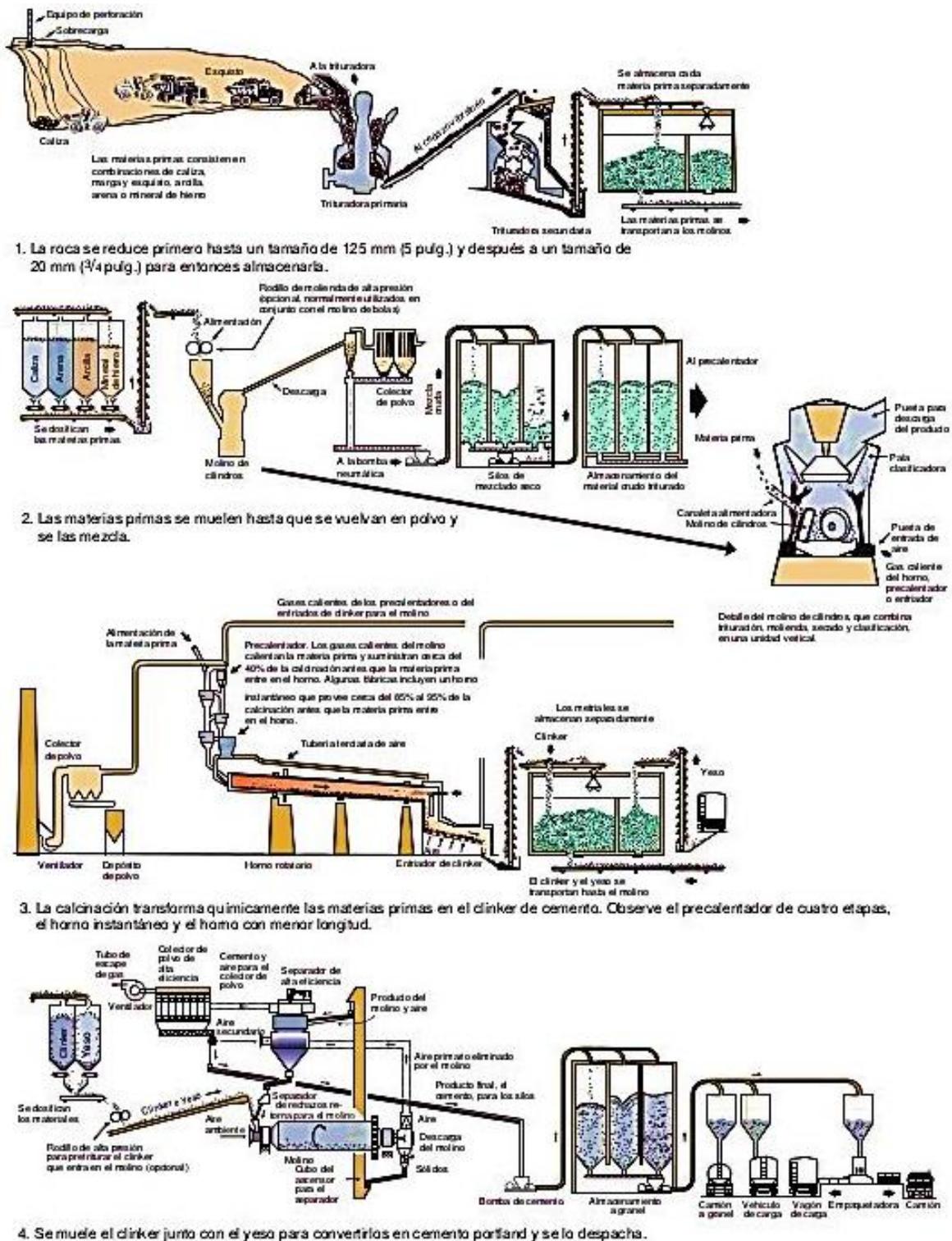


Figura 1: Fabricación del cemento portland.

Fuente: (Yucra, 2015)

Debido a estas reacciones se produce una escoria la cual al enfriarse se pulveriza y se añade una cantidad pequeña de yeso para regular el tiempo de fraguado del cemento. Este producto pulverizado es el cemento portland.

2.2.2.1.2. Tipos de cemento portland.

El objetivo de fabricar diferentes tipos de cemento portland es satisfacer algunas propiedades físicas y químicas para objetos especiales.



Figura 2: Tipos de Cemento Holcim Ecuador.

Fuente: (HOLCIM, 2014)

Existen diferentes tipos de cemento portland, en Ecuador se fabrican los siguientes tipos de cementos hidráulicos:

- Puros (NTE INEN 152/ASTM C150 – C175)
- Tipo I: Este tipo es para uso general, adecuado para todo uso en el que no se requiera propiedades especiales de otro tipo, ni está sujeto a ataques de factores específicos como por ejemplo el sulfato del suelo o del agua, elevadas temperaturas. Se los usa en pavimentos, edificios de hormigón reforzado, tanques, depósitos, tuberías para agua entre demás estructuras.
- Tipo II: El uso de este tipo de cemento es para resistir el ataque moderado a los sulfatos, los cuales pueden ser estructuras de drenaje debido a las altas concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas, este tipo de cemento por lo

general genera menos calor. Se lo utiliza generalmente en estructuras de grandes volúmenes como estribos gruesos, grandes pilas y muros de contención gruesos.

- Tipo III: Con este tipo de cemento podemos obtener una rapidez elevada de la resistencia en una semana o menos, se lo usa cuando se requiere un uso rápido de la estructura y se requiere desencofrar antes de lo habitual.
- Tipo IV: Su uso es donde en grado de calor y la cantidad generada debe reducirse al mínimo, este tipo de cemento adquiere su resistencia más despacio que un cemento tipo I o Normal. Se lo utiliza en construcción de presas de gravedad, donde la elevada temperatura es un factor contradictorio durante el endurecimiento del hormigón.
- Tipo V: El uso de este tipo de cemento está sujeto a la elevada e intensa concentración de los sulfatos del suelo o el agua donde se vaya a construir una estructura.
- Tipo IA, IIA, IIIA: Según la especificación ASTM C175 estos tres tipos de cementos tienen inclusores de aire, los nombres tipo I, II y III corresponden respectivamente a las especificaciones ASTM C150, sin embargo contienen pequeñas cantidades de materiales inclusores de aire como por ejemplo la escoria; estas diminutas burbujas de aire se encuentran bien distribuidas y separadas por completo.

➤ Compuestos (NTE INEN 490/ ASTM C595)

- Tipo IS y IS-A: Portland con escoria de altos hornos; Para la fabricación de estos cementos se escoge una escoria granulada de alta calidad mezclada con escoria de cemento portland o con el mismo cemento. En caso del tipo IS-A se le añade un aditivo inclusor de aire, en este tipo de cemento la resistencia aumenta con igual rapidez que el cemento tipo I.
- Tipo IP, IP-A, P y P-A: En esta clasificación podemos hallar a los cementos puzolanicos siendo el segundo y el cuarto fabricado con inclusores de aire, estos cementos se fabrican mezclando y moliendo escoria de cemento portland con una puzolana son usadas principalmente en estructuras hidráulicas grandes como pilas de puentes y presas.

En la siguiente tabla podemos observar las resistencias relativas de un concreto hecho con diferentes tipos de cemento, el cemento Tipo I de uso general, esta usado como base para dicha comparación, en estos valores se considera un curado húmedo hasta el momento de las pruebas.

Tabla 2*Comparación de diferentes tipos de cemento frente al cemento de uso general.*

Tipo de Cemento Portland		Porcentaje de la resistencia a la compresión del hormigón, en relación con la obtenida en base al cemento Tipo I o Normal.			
ASTM	CSA	1 día	7 días	28 días	3 meses
I	Normal	100	100	100	100
II	Moderado	75	85	90	100
III	Rápido endurecimiento	190	120	110	100
IV	Bajo calor de hidratación	55	55	75	100
V	Resistencia a los sulfatos	65	75	85	100

Fuente: (El constructor civil, 2010)**Elaborado por:** Suárez, S. (2019)**2.2.2.1.3 Propiedades del cemento portland**

Entre algunas de las propiedades del cemento portland podemos enunciar las siguientes:

- **Finura.-** afecta la rapidez de la hidratación la cual aumenta en relación se aumenta la finura, esto acelera la adquisición de resistencia los cuales se presentan los 7 primeros días.
- **Firmeza.-** es una cualidad de conservar el volumen del cemento después de haber fraguado.
- **Tiempo de Fraguado.-** Es el tiempo en que el cemento pierde la plasticidad.
- **Falso Fraguado.-** Es una pérdida de plasticidad aparente, que puede recuperar mezclando más la mezcla sin tener que añadir más agua.
- **Resistencia a la compresión.-** la resistencia del cemento obtenida en pruebas con cubos de mortero son indicadores del cemento para adquirir resistencias a diferentes edades.

- Calor de Hidratación.- La reacción exotérmica producida por la reacción química entre el agua y el cemento genera un calor y por la temperatura se va a contraer y por ende generara algunas fisuras.
- Perdida por ignición.- Una elevada perdida indica una prehidratación posiblemente producto del prolongado tiempo de almacenamiento del producto o de un incorrecto almacenamiento.
- Peso específico.- Usado principalmente en el momento de diseñar la mezcla del concreto.

2.2.2.2 Agregados o áridos

Los agregados son una parte importante en el momento de diseñar una mezcla de hormigón ya que constituyen generalmente del 60 al 80 por ciento del hormigón.

Algunos de los factores a considerar en su elección son las características de los áridos y el cumplimiento de algunos requisitos como por ejemplo que sean partículas limpias, duras, resistentes y durables; libres de cualquier material que pueda afectar la hidratación y la adherencia con la pasta de cemento.

En la siguiente tabla podemos observar los respectivos pesos para cada tipo de concreto según los agregados a usar.

Tabla 3

Tipos de hormigón según el agregado utilizado.

AGREGADOS PARA CONCRETO			
DEFINICION	AGREGADO	PESO LB/PIE3	PESO KG/M3
PESO NORMAL	Arena, grava, piedra	135 – 160	2160 – 2500
	triturada y escoria de altos hornos		
LIGEROS ESTRUCTURALES	Lutitas, arcillas, pizarras y escoria	85 – 115	1400 – 1800
	expandidas.		
AISLADORES	Piedra pómez, perlita, vermiculita, diatomita	15 – 90	240 – 1400

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

2.2.2.2.1 Características de los agregados.

- Resistencia al desgaste.- lo podemos usar como un indicador de la calidad del agregado.
- Resistencia al Intemperismo.- buen comportamiento al congelamiento y la fusión
- Estabilidad química.- Cuando los agregados no reaccionan químicamente con el cemento en forma peligrosa, puede considerarse estable químicamente.
- Forma y textura superficial de las partículas.- Estos factores influyen más en el concreto fresco que en el endurecido, las partículas deben ser cortas y gruesas.
- Granulometría.- determinar la gradación de finos, gruesos; la granulometría y el tamaño máximo afectan las proporciones relativas de los agregados.

2.2.2.3 Agua para el hormigón

Siendo un componente importante en la mezcla del hormigón ya que al mezclarse con el cemento genera una reacción química que adhiere a los agregados a la pasta formando una mezcla idónea.

El agua que se vaya a utilizar debe estar libre de cantidades de álcalis, aceites, ácidos y cualquier sustancia o partícula nociva para el hormigón.

2.2.2.4 Aditivos

Se considera como un aditivo a todo material que no es cemento portland, agua y los agregados.

Podríamos clasificar los aditivos en los siguientes:

- Incluidores de Aire.- Usados para mejorar la durabilidad del hormigón expuesto a la intemperie, el aire incluido puede producirse por el uso de un cemento con incluídor de aire, con un aditivo incluídor de aire o con ambos.
- Reductores de Agua.- mejorar la trabajabilidad del hormigón
- Retardadores.- Retardar el tiempo de fraguado del concreto.
- Aceleradores.- Acelerar el fraguado y la obtención de la resistencia del concreto; Una adquisición rápida de la resistencia del hormigón puede darse usando un cemento portland Tipo III, disminuyendo la relación agua/cemento.
- Puzolanas.- Reducir o eliminar la expansión de los agregados con afinidad alcalina.
- Fluidificantes.- Mejorar la manejabilidad del hormigón.

2.3 Hormigón liviano

La norma ACI 213R define a un hormigón liviano como: “Aquel que posee una densidad en estado seco al aire menor de 1850 Kg/m³ y podrían ser clasificados en tres formas: hormigones aireados los cuales son elaborados con aditivos de tipo espumante, los hormigones sin finos y los hormigones con áridos livianos los cuales pueden ser reemplazando los áridos gruesos de forma parcial o total por un agregado de peso más ligero siendo como característica principal su capacidad aislante y su baja densidad las demás características del concreto dependerán del tipo de agregado que se vaya a utilizar”. (ACI, 1987).

Algunas otras ventajas de los hormigones livianos son estructuras de menor peso propio y a su vez con cimentaciones de menores dimensiones; las propiedades de los hormigón livianos o aligerados dependen en gran parte a la cantidad del agregado liviano que posea y del tipo de agregado y también de los otros componentes de la mezcla de hormigón como lo son la cantidad de cemento, agua y granulometría.

2.3.1 Agregados livianos o ligeros

“En 1917, Stephen J. Hayde, inventó un proceso para producir Lutitas laminares esponjadas para usarlas como agregados ligeros. Descubrió que ciertos tipos de Lutitas, arcillas y pizarras se esponjan cuando se someten a temperaturas elevadas en un horno giratorio y producen un agregado bueno, duro y ligero”. (Portland Cement Assotiation, 1991)

La norma ASTM C330 define a un árido o agregado liviano al cual posee un peso volumétrico seco suelto menor a 880 Kg/m³.

Los agregados ligeros estructurales se clasifican usualmente de acuerdo con el proceso de su fabricación, debido a que en los diferentes procesos se producen propiedades físicas un tanto diferentes.

La lutita y la arcilla se esponjan comercialmente por un horno giratorio o por el proceso de sinterización. La escoria de altos hornos se esponja cuando esta fundida tratándola con agua.

En el proceso en el que se emplea el horno giratorio, se tritura la materia prima adecuada, se criba y se introduce en el extremo superior de un horno giratorio inclinado.

El material se mueve en dirección del quemador que está en el otro extremo, donde la temperatura del material alcanza de 1800 a 2000 grados Fahrenheit, que es donde se produce el esponjamiento.

A estas temperaturas el material está en estado plástico; y los gases dentro del material se expanden para formar una multitud de pequeñas vesículas llenas de aire, después de que se expande y se descarga, se enfría al agregado de una manera controlada.

2.3.1.1 Clasificación de los agregados livianos

2.3.1.2 Agregados livianos naturales

Se pueden definir como agregados livianos naturales a aquellos que son explotados de fuentes naturales y que en el transcurso de su formación ha existido aire y a la vez han sufrido procesos en la intemperie y a la abrasión por lo que sus propiedades no han sufrido ningún tipo de alteración. En esta clasificación podemos mencionar a los siguientes:

- Piedra Pómez

Es una roca ígnea volcánica y pueden ser encontradas en bastantes partes del mundo.

Son bastantes ligeras y podría ser un buen agregado ligero, su ligereza se debe al gas que sale de la lava en el momento de su erupción desde el fondo de la tierra.

Por lo general es de color grisáceo muy áspera y con gran porosidad.

- Diatomita

Es una roca silícica, sedimentaria de origen biogenico; se forma por restos de esqueletos microscópicos de algas unicelulares y acuáticas; entre algunas de sus propiedades podemos mencionar que poseen un volumen de muy baja densidad, muy porosa con alta capacidad de absorción, baja conductividad térmica, resistente a altas temperaturas.

- Escoria

Son de origen volcánico y tienen un color grisáceo oscuro y poseen celdas largas que no se encuentran conectadas entre sí.

2.3.1.3. Agregados artificiales

Son obtenidos como el resultado de la fusión del agregado al ser sometido a altas temperaturas en hornos lo que hace que los gases expandan el material y reduzca su densidad.

La densidad de estos áridos oscilan entre los 300 y 1000 Kg/m³ con lo cual pueden obtenerse hormigones más ligeros a los hormigones tradicionales.

Entre algunos agregados artificiales podemos nombrar los siguientes:

- Escoria de altos hornos

Pueden ser producidos de dos formas: La primera consiste en rociarle agua en forma de chorro en el instante en que salen del horno; al entrar en contacto con el agua se forma un vapor que infla la escoria estando aun es estado plástico y se endurece de una forma porosa. La segunda manera consiste agitar la escoria con cierta cantidad lo cual producen unos gases que al desprenderse se expande la escoria.

- La perlita

Roca vítrea volcánica que es encontrada por lo general en América, Italia y otros lugares; sufre una expansión cuando se calienta hasta el punto de fusión incipiente de (900 a 1100°C) formándose un material celular, sin embargo un concreto realizado con este material no posee una alta resistencia, pero si una elevada contracción.

- Cisco

Se le llama cisco al material similar a la escoria de cemento, pero de aglomeración más ligera y de menor calidad de incineración

2.3.1.4. Agregados livianos orgánicos

La mayor parte de su utilidad podemos observarla en paneles y bloques, por lo general este tipo de agregados son los desechos de las cosechas así como:

- La cascara de arroz
- virutas de madera y aserrín
- Fibra de coco

Estos materiales tienen una baja densidad pero en la fabricación de concreto tienen bajas resistencias pese a ser excelentes aisladores térmicos.

2.4 Arcilla expandida

La arcilla expandida o también conocida como la arlita es un agregado o árido de origen cerámico, la cual es obtenida de la arcilla pura obtenida de la extracción a cielo abierto en la cantera la cual se expande de manera natural debido a los gases de la combustión interna a una temperatura de 1100°C y 1300°C incrementando su tamaño inicial en un 20% y 40%, una de sus características son sus esferas irregulares con una superficie externa cerrada pese a en su interior ser altamente porosa, su granulometría oscila entre los 10mm a 16mm.

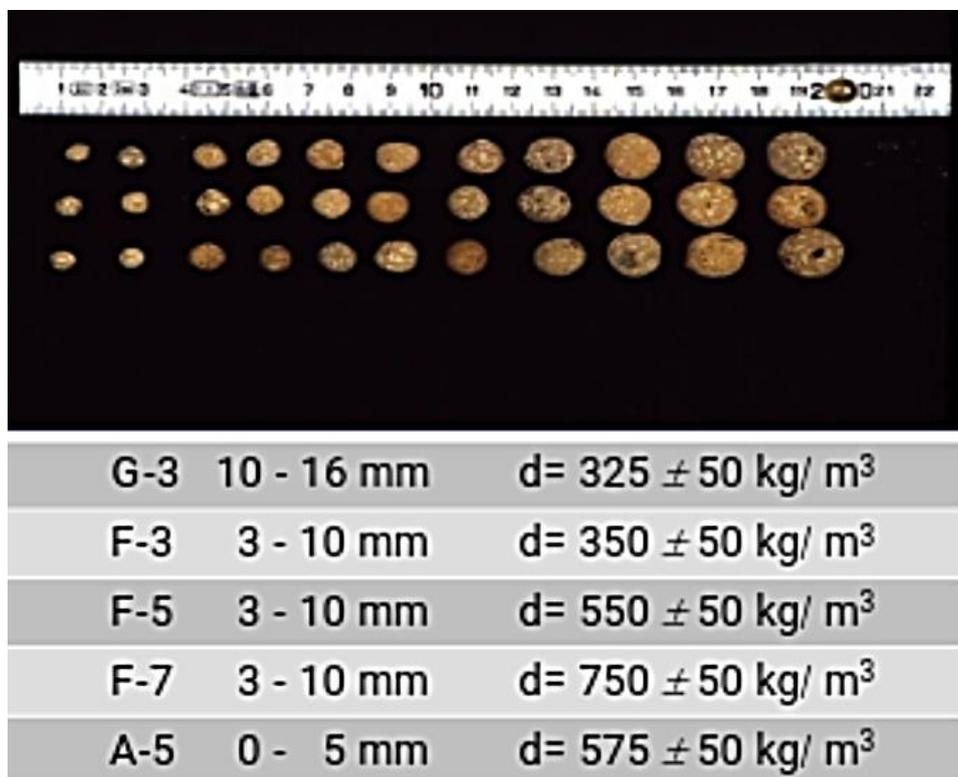


Figura 3: Clasificación de la arlita dependiendo de su tamaño

Fuente: (Rubio, 2012)

2.4.1 Requisitos para que una arcilla se expanda

Cuando se vaya a seleccionar la arcilla para la producción, debemos tomar en consideración la capacidad que esta posea para expandirse, vitrificar y su superficie quede sellada.

“La necesidad de crear una fase fundida de viscosidad suficientemente elevada para encerrar un gas, conlleva ciertas restricciones en la elección de la arcilla. En efecto, los contenidos en sílice, alúmina y fundentes (cal, magnesia, óxido de hierro, álcalis) no deben sobrepasar ciertos límites, ya que, de lo contrario, la arcilla no fundiría a una temperatura suficientemente baja o fundiría en una masa insuficientemente viscosa”. (Henaó, 2000)

2.4.2 Fabricación de las arcillas expandidas (arrita).

Su manera de fabricación no ha variado desde los primeros hornos de cocción y expansión.

Los pasos de fabricación podemos detallarlos de la siguiente manera:

1. Se fabrica a partir de la arcilla pura extraída a cielo abierto desde canteras.
2. Tras un proceso de desbaste la arcilla es almacenada en unas naves cerradas para el proceso de secado y homogenización.
3. Una vez seca, se muele hasta obtener un polvo impalpable el cual podemos denominar como crudo.
4. Se cose la arcilla en un primer horno rotativo
5. La técnica de expansión consiste en aglomerar el crudo con agua en unos platos granuladores.
6. Este crudo de arcilla debido a la rotación en un segundo horno rotativo que forma unas esferas de arcilla de tamaño controlado.

La expansión de la arcilla es producto al choque térmico a 1200°C en los hornos rotativos. A esta temperatura, la arcilla empieza a fundirse lo cual produce unos gases por combustión de la materia orgánica que existe en el interior de la arcilla.

Estos gases productos de la combustión hacen que se expanda la arcilla creando una bola de barro que puede alcanzar hasta 5 veces su tamaño original.

En nuestro país no contamos con una empresa dedicada a la fabricación de este tipo de material sin embargo podemos adquirirla en pequeñas presentaciones en locales de mascotas y jardinería ya que este producto lo adquieren de otros países.



1. Extracción



2. Molturación

3. Granulación



4. Expansión



5. Enfriamiento y almacenaje

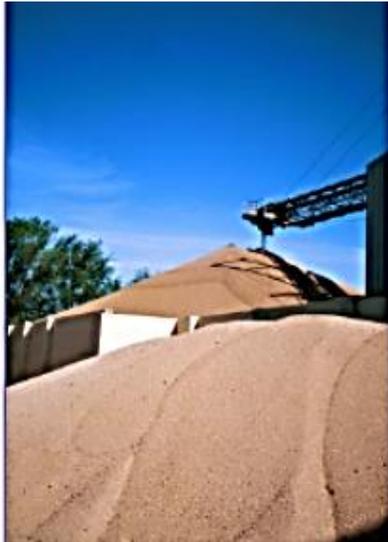


Figura 4: Proceso de expansión de la arcilla

Fuente: (Weber, 2015)

2.4.3. Características de arcilla expandida

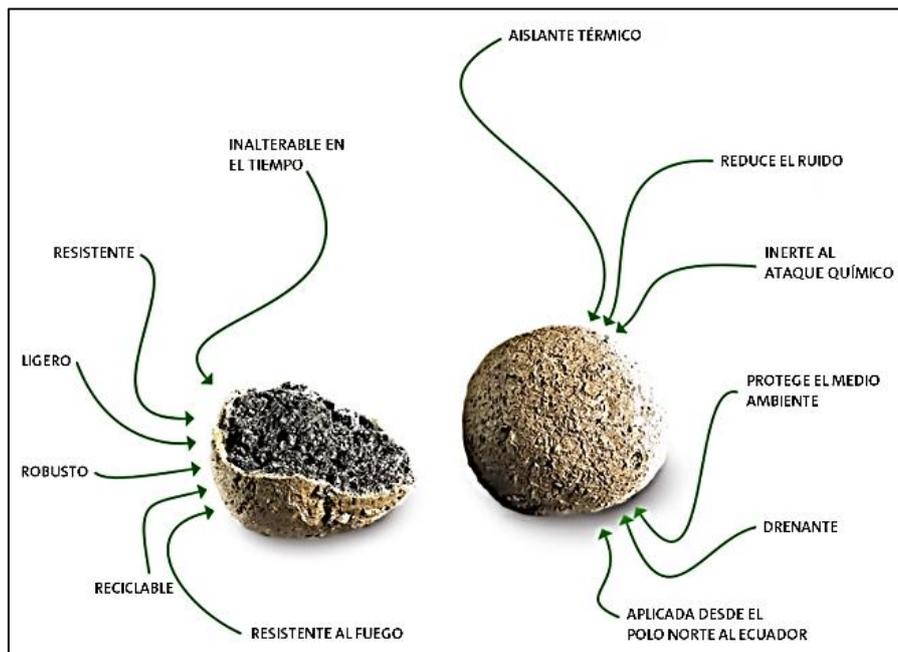


Figura 5: Características de la arcilla expandida

Fuente: (Arlita, 2015)

- Posee alta porosidad
- Material duro
- Color marrón
- Posee forma redondeada
- No es un material corrosivo

- Material aislante y resistente al fuego

2.4.4. Usos y aplicaciones de la arcilla expandida

La aplicación de arcillas expandidas también llamada arlita puede darse en diferentes ámbitos de los cuales se pueden enumerar los siguientes:

- Construcción de bloques prefabricados lo cual reduce el peso y agilizar el trabajo, de la misma forma debido a su propiedad aislante, térmica y acústica.
- En ámbitos de jardinería, por su gran propiedad de almacenar agua y aire debido a ser un material poroso. Cabe mencionar que este es el único uso de este material en nuestro país.
- Como material filtrante en la depuración de aguas residuales, puede absorber aceites, etc.

2.5 Marco legal

Art. 1 de la Constitución de la República, reconoce al Ecuador como Estado constitucional de derechos y justicia, social, democrático, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico. Se organiza en forma de república y se gobierna de manera descentralizada. Además de regular la organización del poder y las fuentes del derecho, genera de modo directo derechos y obligaciones inmediatamente exigibles, su eficacia ya no depende de la interposición de ninguna voluntad legislativa, sino que es directa e inmediata;

El numeral 12 del artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador otorga competencia exclusiva para regular, autorizar y controlar la explotación de áridos y pétreos existentes en los lechos de los ríos, lagos, lagunas y canteras.

2.5.1 Texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente.

TITULO PRELIMINAR

DE LAS POLITICAS BASICAS AMBIENTALES DEL ECUADOR

Nota: Título y artículo agregados por Decreto Ejecutivo No. 1589, publicado en Registro Oficial 320 de 25 de Julio del 2006.

Art. 1.- Establézcanse las siguientes políticas básicas ambientales del Ecuador:

Políticas básicas ambientales del Ecuador.

1. Reconociendo que el principio fundamental que debe trascender el conjunto de políticas es el compromiso de la sociedad de promover el desarrollo hacia la sustentabilidad.

La sociedad ecuatoriana deberá observar permanentemente el concepto de minimizar los riesgos e impactos negativos ambientales mientras se mantienen las oportunidades sociales y económicas del desarrollo sustentable.

2. Reconociendo que el desarrollo sustentable sólo puede alcanzarse cuando sus tres elementos lo social, lo económico y lo ambiental son tratados armónica y equilibradamente en cada instante y para cada acción.

Todo habitante en el Ecuador y sus instituciones y organizaciones públicas y privadas deberán realizar cada acción, en cada instante, de manera que propenda en forma simultánea a ser socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable.

3. Reconociendo que la gestión ambiental corresponde a todos en cada instante de la vida y que nadie puede sustituir la responsabilidad de cada quien en esta gestión en su campo de actuación:

Mediante la coordinación a cargo del Ministerio del Ambiente, a fin de asegurar la debida coherencia nacional, las entidades del sector público y del sector privado en el Ecuador, sin perjuicio de que cada una deberá atender el área específica que le corresponde, contribuirán, dentro del marco de las presentes políticas, a identificar, para cada caso, las políticas y estrategias específicas, las orientaciones y guías necesarias a fin de asegurar por parte de todos una adecuada gestión ambiental permanentemente dirigida a alcanzar el desarrollo sustentable, así como colaborarán en los aspectos necesarios para lograr que cada habitante del Ecuador adecue su conducta a este propósito.

4. Reconociendo que el ambiente tiene que ver con todo y está presente en cada acción humana:

Las consideraciones ambientales deben estar presentes, explícitamente, en todas las actividades humanas y en cada campo de actuación de las entidades públicas y privadas, particularmente como parte obligatoria e indisoluble de la toma de decisiones; por lo tanto, lo ambiental no deberá ser considerado en ningún caso como un sector independiente y separado de las consideraciones sociales, económicas, políticas, culturales y en general, de cualquier orden. Esto sin perjuicio de que, por razones puramente metodológicas, deban hacerse análisis y capacitaciones sobre llamados "temas ambientales".

5. Reconociendo que cada asunto relativo a la gestión ambiental tiene varios actores importantes, directamente vinculados o con particulares intereses en ellos:

La gestión ambiental en el Ecuador se fundamentará básicamente en la solidaridad, la corresponsabilidad, la cooperación y la coordinación entre todos los habitantes del Ecuador, dirigidas a garantizar el desarrollo sustentable, en base al equilibrio y la armonía entre lo social, lo económico y lo ambiental. Criterios similares, guiarán al Ecuador en sus relaciones con los demás países y pueblos del mundo a fin de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción y competencia o fuera de ella no perjudiquen a otros Estados y zonas sin jurisdicción, ni tampoco que sea perjudicado por acciones de otros. Particular mención hace a su decisión de propender a la cogestión racional y sostenible de recursos compartidos con otros países.

6. Reconociendo que, sin perjuicio de necesarios y aconsejables complementos y sistematizaciones jurídicas e institucionales, existen suficientes leyes e instituciones en el Ecuador para realizar y mantener una adecuada gestión ambiental, pero que las leyes y regulaciones se cumplen sólo parcialmente y que muchas instituciones atraviesan por crisis en varios órdenes:

Deberá efectuarse un especial esfuerzo nacional para aplicar efectiva y eficientemente las leyes y regulaciones existentes, así como para aprovechar las capacidades institucionales del país, procurando sistematizarlas y fortalecerlas. Todo esto tendiente a garantizar la adecuada gestión ambiental que el país requiere.

7. Reconociendo que, si bien es responsabilidad de cada habitante en el Ecuador efectuar permanentemente la gestión adecuada que le corresponde, es conveniente que se incentive aquello.

El Estado Ecuatoriano propenderá al establecimiento de incentivos de varios órdenes para facilitar el cumplimiento de regulaciones o para la aplicación de iniciativas propias de los habitantes del Ecuador o de sus organizaciones, tendientes a lograr la adecuada gestión ambiental en el país, por ejemplo, privilegiando actividades productivas y otras enmarcadas en tecnologías y procedimientos ambientalmente sustentables.

8. Reconociendo que, si bien la participación en apoyo a programas y proyectos de promoción y ayuda para la adecuada gestión ambiental en el país corresponde a todos los habitantes en el Ecuador, mediante una real participación democrática a todo nivel, es necesario impulsar la presencia y efectiva participación de grupos humanos que, por diversas razones históricas, no han sido actores muy directos de decisiones y acciones de interés nacional.

El Estado Ecuatoriano promoverá y privilegiará la participación, como ejecutores y beneficiarios, en programas y proyectos tendientes a lograr la adecuada gestión ambiental en el país de la sociedad nacional, a través de organizaciones no públicas, de grupos menos favorecidos, de la mujer, de los niños y los jóvenes de organizaciones que representen a minorías, poblaciones indígenas y sus comunidades, trabajadores, sus sindicatos y organizaciones clasistas, empresarios y sus empresas y organismos, agricultores y trabajadores del campo, comunidad científica y tecnológica.

9. Reconociendo que es necesaria la promoción del conocimiento y de las experiencias sobre el medio ambiente, las ciencias y aspectos relacionados con él, así como respecto a su gestión.

El Estado Ecuatoriano asignará la más alta prioridad, como medios para la gestión ambiental a: la educación y capacitación ambientales, como partes integradas a todas las fases, modalidades y asignaturas de la educación formal e informal y la capacitación generales; la información en todas sus modalidades; y, la ciencia y tecnología, privilegiado la investigación y aplicación de tecnologías endógenas y la

adaptación conveniente de las provenientes del exterior. Así mismo, impulsará el establecimiento de un sistema permanente de ordenamiento territorial como herramienta necesaria para promover el desarrollo sustentable y, por lo tanto, para la gestión ambiental adecuada.

10. Reconociendo que los asuntos ambientales y sus problemas tienen carácter global y que, por lo tanto, sólo la atención y trabajo mancomunado de todos los pueblos de la tierra puede permitir afrontados y solucionados con éxito, sin alterar el principio de que los países tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su política ambiental.

(TULSMA, 2018)

2.5.2 Ordenanzas municipales de Guayaquil

El ente regulador de una cantera es directamente el municipio cantonal por lo cual se adjunta en los anexos las ordenanzas municipales de Guayaquil con los lineamientos respectivos.

(Ver Anexo 1) (M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2010)

2.5.3 Norma ecuatoriana de la construcción

La Norma Ecuatoriana de la construcción nos da los requisitos o especificaciones necesarias para los componentes del hormigón como lo son cemento, áridos y agua.

En los anexos podremos visualizar los lineamientos a seguir según la Norma Ecuatoriana de la construcción. (Ver Anexo 2) (MIDUVI, 2014)

2.5.4. Norma Técnica Ecuatoriana

El proyecto presentado cumple los lineamientos o requerimientos de la INEN NTE a continuación se detalla cada uno de los ensayos realizados a los materiales utilizados para este proyecto de investigación.

(Ver Anexo 3)

- INEN 696 *Áridos para hormigón. Determinación de la granulometría.*
- INEN 697 *Áridos para hormigón. Determinación de los materiales más finos que 75 μ m.*
- INEN 698 *Áridos para hormigón. Determinación del contenido de terrones de arcilla.*
- INEN 699 *Áridos para hormigón. Determinación de las partículas livianas.*
- INEN 855 *Árido fino para hormigón. Determinación de impurezas orgánicas en las arenas.*
- INEN 856 *Árido fino para hormigón. Determinación de la densidad y absorción de agua.*
- INEN 857 *Árido grueso para hormigón. Determinación de la densidad y absorción de agua.*
- INEN 860 *Árido grueso para hormigón. Determinación del valor de abrasión del árido grueso de partículas menores a 37,5 mm mediante el uso de la máquina de Los Ángeles.*
- INEN 864 *Aridos fino para hormigón. Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.*

Figura 6: Normas aplicadas al material para elaborar hormigón

Fuente: (INEN, 2019)

CAPITULO III - METODOLOGIA

3.1 Tipo de investigación

Toda la información que necesité para este proyecto de investigación la obtuve mediante una INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL, Según (Van Dalen & Meyer, 1971); La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable no experimental no comprobada, en condiciones controladas con el objeto de describir de qué manera o circunstancias se produce una situación de un acontecimiento en particular.

3.1.1 Etapas de la investigación experimental

La investigación experimental sigue las siguientes etapas.

- 1 Delimitar y definir el objeto de la investigación o problema: Determinar los objetivos del experimento a realizar y las preguntas que haya que responder, reconocer las variables dependientes e independientes.
- 2 Plantear una hipótesis de trabajo: primero debemos conocer con exactitud qué tipo de trabajo vamos a realizar, verificar una hipótesis.
- 3 Elaborar un diseño experimental: determinar los componentes del proyecto de prueba e interpretar los resultados tentativos, modificando el procedimiento de ser necesario.
- 4 Realizar el Experimento: Luego de finalizar el diseño de prueba, realizamos la prueba final detectando cualquier anomalía que se presente en el transcurso de elaborar el proyecto.
- 5 Analizar los resultados: El análisis de gráficos, tablas y valores deben ser contestadas de la manera más clara posible a nuestras preguntas planteadas, confirmando la hipótesis o indicando en qué circunstancias sea factible.
- 6 Obtener Conclusiones: Ya teniendo los resultados de los experimentos hechos procedemos a aplicar el criterio científico para aceptar o rechazar la hipótesis.
- 7 Elaborar un Informe escrito bajo las convenciones de un informe de investigación

3.2 Enfoque de la investigación

Esta investigación está enfocada en encontrar la dosificación ideal de las proporciones de cada uno de los materiales a utilizar en la mezcla de hormigón con reemplazo parcial del agregado grueso por la arcilla expandida, escogí la arlita por ser un agregado liviano con mejor comportamiento frente a otros agregados ligeros.

Escogí como una prueba preliminar un cemento holcim GU de uso general con un reemplazo total de la piedra por la arcilla expandida, debido a no obtener la resistencia deseada opte por agregar un aditivo reductor de agua para mejorar la trabajabilidad para obtener una buena resistencia.

Los ensayos realizados fueron los siguientes:

- Análisis granulométrico por tamización para el agregado grueso, liviano y fino.
- Material más fino que pasa el tamiz 75 μm
- Terrones de arcilla y partículas desmenuzables
- Partículas livianas
- Determinación del porcentaje de partículas en suspensión una hora después de sedimentación
- Resistencia al desgaste
- Revenimiento
- Peso unitario del agregado fino y grueso.
- Diseño de hormigón de peso normal y liviano
- Pruebas de resistencia de hormigón a la compresión y flexión.

En la siguiente investigación use el método para calcular la dosificación del hormigón; por la norma ACI 211.1 para hormigones tradicionales (cemento, piedra, arena y agua) ; sin embargo se explica en la parte metodológica el proceso de cálculo por ACI 211.2 para hormigones livianos (agregado liviano grueso, agregado fino, cemento y agua). Se realizaron hormigones con diferentes porcentajes de agregado grueso y fino con el fin de encontrar una dosificación ideal para obtener una mezcla con una densidad menor a 1850 Kg/m³.

3.3 Materiales a utilizar para el hormigón

- **Agregado Grueso:** Piedra triturada de ½” tamaño máximo color gris - Arcilla expandida ½” tamaño máximo color marrón oscuro
- **Agregado Fino:** Arena color gris
- **Cemento:** Holcim – GU
- **Agua:** Agua Potable
- **Aditivos:** Sikament 100N

3.4 Ensayos realizados para determinar propiedades de los agregados.

3.4.1 Análisis granulométrico

Para realizar el ensayo por tamización según la norma NTE INEN 696 utilizamos para el hormigón tradicional o de referencia una piedra ½” de tamaño máximo de agregado y una arena color gris; y para el hormigón liviano una arcilla expandida de ½” de tamaño máximo del agregado.

A continuación explicare como se realiza el ensayo granulométrico.

- Para realizar el ensayo granulométrico por tamización utilizamos aproximadamente 5 Kg de cada material a utilizar para la mezcla de hormigón la colocamos en una tara y determinamos su peso húmedo más el peso de la tara.
- Luego se la llevó al horno a 105 °C durante un lapso de 24 horas; realizamos este paso para eliminar el agua que contienen las partículas del suelo y de esta forma determinar el peso seco del material.
- Una vez determinado el peso seco de nuestro material de la muestra la ponemos a remojar en agua durante 24 horas para que las partículas finas como limo y arcilla se separen de las partículas granulares y de esta forma facilitar el lavado por el tamiz como limo y arcilla se separen de las partículas granulares y de esta forma facilitar el lavado de la muestra por el tamiz #200.
- El material lavado y retenido en el tamiz #200 lo colocamos en el horno a 105 °C por un lapso de 24 horas para determinar su peso seco.
- El material granular seco lo hacemos pasar por los tamices de mayor a menor abertura el material que se retiene en cada uno de los tamices los pesamos en una balanza todos estos pesos los colocamos en una hoja de datos en la columna de pesos

retenidos para pasar a calcular el porcentaje retenido y pasantes acumulados con los cuales elaboraremos una curva granulométrica y verificamos si es un material óptimo o no para el uso que le daremos.

3.4.2 Material más fino que pasa el tamiz 75 μm

Los requerimientos para este ensayo los encontramos en la norma INEN NTE 699 se determinó el porcentaje del material que pasa por el tamiz de 75 μm mediante el lavado del material fino, se procedió a usar la norma INEN NTE 695 para tomar el tamaño de las muestras que necesitaría tanto para el árido grueso como fino; En la siguiente figura podemos visualizar el tamaño o cantidad que se necesitaba según el tamaño del árido a ensayar.

Equipo:

Balanza: Con una precisión de 0,1 gr.
ó 0,1% de la carga de uso.



Horno: Capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.



Tamices: De acuerdo con la especificación ASTM E11

- No. 200 (75 μm)
- No.16 (1,18 mm)



Figura 7: Equipo Utilizado para ensayo NTE INEN 697

Fuente: (Valarezo, 2015)

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- Se realizó este ensayo mediante el lavado del material utilizando el juego de tamices especificado en la norma
- Pasamos a secarlo mediante el horno a una temperatura de 110 °C
- Se colocó con agua la muestra del árido hasta cubrirlo por completo, se lo agito para que las partículas finas se suspendan
- Una vez realizado esto pasamos a lavar el material y agitándolo en el juego de tamices
- Finalmente pasamos a secar la muestra retenida y a pesarla para determinar los valores de la masa

3.4.3 Terrones de arcilla y partículas desmenuzables

- Este ensayo es uno de los requisitos según la NTE INEN 698 el fin de este ensayo es conocer el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables.
- Una vez preparado el material del agregado según la disposición escrita en la NTE 698; se procedió a saturar la arlita en agua destilada durante un lapso de 24 horas.

- Se trató de romper cada una de las bolitas de arlita con los dedos, procedimos a clasificar como terrones de arcilla y partículas desmenuzables a aquellas bolitas de arlita que se lograron romper.
- Luego se tamizo el material húmedo y determino el porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables.

3.4.4 Partículas livianas

- Este ensayo se encuentra determinado por la INEN 699, la cual establece la cantidad de material liviano contenido en el árido fino; Se tomó una muestra del material tal como lo indica la norma y la reduje como lo indica la tabla # 4 que se observa a continuación

Tabla 4

Tamaño mínimo de la muestra para ensayo de partículas livianas

Tamaño nominal máximo del árido (Tamices con aberturas cuadradas)	Masa mínima de la muestra (g)
4,75 mm o menores	200
9,5 mm	1500
12,5 mm a 19,0 mm	3000
25 mm a 37,5 mm	5000
50 mm o mayores	10000

Fuente: (INEN, 2019)

- Lo primero que debemos proceder a realizar es a secar la muestra del agregado a una temperatura de 105 °C hasta llegar a la masa constante, luego procedemos a tamizar con el tamiz de abertura de 300 µm aproximadamente por el lapso de un minuto.
- Se llevó al material a una condición saturada superficialmente seca como indica la NTE INEN 876. Se sumergió el material en una solución de Cloruro de Zinc en agua destilada con una gravedad específica hasta 2.
- Se procedió a retirar las partículas livianas que flotan, se lavó y seco al horno para así poder establecer el porcentaje de partículas livianas en el árido.

3.4.5 Determinación del porcentaje de partículas en suspensión después de una hora de sedimentación.

- Este ensayo según la NTE INEN 864. Se utilizó una muestra de 500 gr que fue obtenida por cuarteo y se usó sin ser secada al horno. La muestra fue colocada en una probeta graduada de 1000 cm³ y se colocó agua hasta llegar a las tres cuartas partes de su capacidad.
- La probeta fue agitada varias veces y se la dejó en reposo por el lapso de una hora para que de esta forma comience a sedimentarse las partículas del material, se procedió a leer la altura de la capa de partículas sedimentadas en la probeta graduada y calculamos el porcentaje de partículas en suspensión.

3.4.6 Resistencia al desgaste

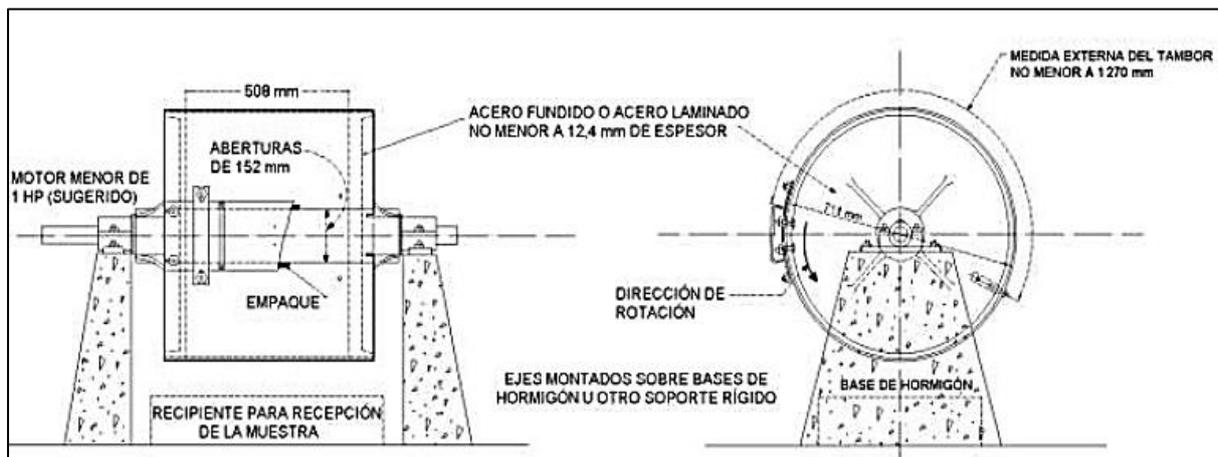


Figura 8: Máquina de los Ángeles

Fuente: (Yagual & Villacis, 2015)

El objetivo de este ensayo es establecer la pérdida de masa de los agregados.

- Se colocó la muestra en el tambor giratorio de acero con el número de esferas requeridas según la gradación de la muestra (3/8”), A medida que el tambor gira, este mismo crea una acción de impacto y de trituración
- Una vez de un número específicos de revoluciones (500) se procedió a retirar el material contenido en el tambor y se lo tamizo para poder medir la degradación como porcentaje de pérdida. Este ensayo lo realice para la arlita y el agregado grueso a usar.

3.4.7 Revenimiento

El objetivo de esta prueba es determinar el asentamiento del hormigón en estado fresco, es decir recién mezclado. El equipo utilizado para esta prueba es el siguiente:

- Un molde metálico con forma de cono truncado con una base de 8 pulgadas de diámetro y la parte superior de 4 pulgadas de diámetro con una altura de 12 pulgadas.
- Una varilla lisa de sección circular de 5/8" de diámetro y de 24 pulgadas de largo, con un extremo apisonado redondeado.
- Una regla de metal rígida, graduada.

Lo primero a realizar para esta prueba de asentamiento es humedecer el molde y la placa base, apoyamos el molde sobre la base y con los pies presionamos los estribos del molde hay que evitar mover el molde mientras llenemos el mismo.

Pasamos a llenar el molde en tres capas de igual volumen; la primera capa debe tener una profundidad de 70 mm aproximadamente; la segunda capa llegara hasta 160 mm y la tercera hasta el borde del cono.

Compactamos cada capa con 25 penetraciones de la varilla lisa distribuyendo el varillado; la primera capa se compacta en su completa profundidad mientras que la segunda y tercera se varillara desde la capa anterior.

Al proceder a compactar la última capa debemos enrasar el hormigón rodando la varilla lisa sobre el borde del molde. Finalmente levantamos el cono y medimos el revenimiento como indica la figura.

3.4.8 Pesos Volumétricos

Peso Volumétrico Varillado. (PVV)

Para obtener este peso utilice una varilla lisa de compactación de 16 mm de diámetro y 600 mm de largo, la compactación del material la realice en tres capas de igual altura cada una y varillando 25 veces cada capa para finalmente enrasar el material y proceder a pesar.

Peso Volumétrico Suelto (PVS)

Se llenó el molde con el material grueso y con el material fino, se enraso y se procedió a pesar en este paso no se varilla se coloca el material suelto solamente.

3.4.9 Diseño del hormigón liviano con arcilla expandida (arrita)

Un hormigón ligero o liviano puede ser elaborado de diferentes formas entre las cuales podemos mencionar:

- Reemplazando al agregado grueso por el agregado liviano; puede ser parcialmente o por completo dependiendo del comportamiento del mismo.
- Utilizando aditivos con inclusores de aire; provocando muchos vacíos y obteniendo así un hormigón poroso.
- Realizando un diseño de hormigón sin finos.

Hay que mencionar que el diseño de un hormigón ligero o liviano es mucho más complejo que un hormigón tradicional ya que debemos considerar algunos factores como la porosidad del agregado que vayamos a utilizar ya que al agua se almacena en estos vacíos y se disminuye el agua necesaria para el fraguado, debido a trabajar con un material ligero debemos evitar que en su estado fresco tenga una buena trabajabilidad evitando que este agregado flote o se segregue; entre otros factores hay que considerar que la resistencia del agregado es inferior a los agregados utilizados normalmente.

Por los factores mencionados anteriormente es muy difícil o casi imposible establecer una relación de agua/cemento por estas circunstancias se han diseñado algunas alternativas de hormigón variando la proporción de los áridos finos y gruesos; y de la cantidad de cemento utilizada para obtener una resistencia deseada se ha considerado el uso de un aditivo plastificante con el fin de reducir la cantidad de agua en la mezcla.

El IMECYC – Instituto Mexicano del cemento y del concreto menciona:

La ley de la relación agua/cemento se aplica al concreto hecho con agregado ligero de la misma manera que al concreto de agregado normal y es posible seguir el procedimiento usual de diseño de mezcla cuando se emplea agregado ligero; sin embargo es muy difícil determinar qué cantidad de agua total de mezcla es absorbida por el agregado y cuanto espacio ocupa dentro del concreto, es decir, forma parte de la pasta de cemento esta dificultad la causa, no solamente el elevado valor de la absorción de agua de los agregados ligeros, sino también el hecho de que la absorción varía mucho entre la velocidad y como algunos agregados puede continuar a una velocidad apreciable por varios días, Parece entonces

extremadamente difícil determinar de manera confiable la densidad relativa bruta del agregado saturado y superficialmente seco.

Por esto la relación de agua/cemento depende en gran parte de la velocidad de absorción en el momento de hacer la mezcla de hormigón, y no solo del contenido de humedad del agregado. Por lo cual la consideración de la relación agua/ cemento (ACI 211.1) en el cálculo para el diseño del concreto es muy difícil motivo por el cual es preferible realizar una dosificación a base del contenido del cemento (ACI 211.2) sin embargo en el agregado ligero redondeado el cual cuenta con una superficie sellada y una absorción baja es aplicable de forma directa para el método estándar de diseño de mezclas.

Sin embargo hay que considerar que un agregado con absorción superior al 10% se debe remojar previamente.

3.4.9.1 Recomendaciones para la dosificación

Es de gran importancia conocer que antes de realizar o elaborar un hormigón ligero o liviano algunas sugerencias teóricas que nos ayudaran cuando ya esté endurecido, entre lo que puedo mencionar lo siguiente:

- Existe una relación directa entre la densidad y la resistencia por este motivo si se aumenta la resistencia aumentara la densidad y de la misma manera de forma inversa.
- Como es de conocimiento el agregado liviano cuenta con una resistencia menor al agregado utilizado tradicionalmente para elaborar un hormigón, por esta razón se debe elaborar una pasta lo suficientemente dura para que el agregado ligero no vaya a tender a fallar y la resistencia no sea afectada por lo cual los esfuerzos deben ser transmitidos en el mortero.
- Una propiedad importante como la absorción de la arlita o arcilla expandida debe ser tomada en cuenta ya que provoca una disminución en el contenido de agua de la mezcla del cemento, para contrarrestar o evitar este inconveniente debe hidratarse los agregados antes de elaborar el hormigón liviano, también se sugiere que la inclusión de aditivo sea realizado después de que los agregados hayan sido hidratados.

- Hay que utilizar una adecuada cantidad de agua para que de esta forma la mezcla tenga una buena trabajabilidad; no es recomendable usar mezclas fluidas o líquidas para evitar que los agregados livianos se segreguen y vayan a flotar ya que no debemos olvidar que son agregados de baja densidad y pueden tender a flotar.
- El tiempo del amasado debe ser mayor que en los hormigones tradicionales.
- El agua que se encuentra almacenada dentro de la arcilla ayudara al hormigón ligero equilibrando la humedad interna y externa; de esta manera podemos evitar las fisuras por retracción.

(Kosmatka & Panarese, 2012)

Debido a lo antes mencionado en esta investigación de hormigón liviano o ligero con el reemplazo parcial del árido grueso por la arlita o arcilla expandida se ha experimentado con algunas alternativas de diseños de mezclas de hormigón realizadas bajo las normas ACI 211.1.

El IMECYC (Instituto Mexicano de Cemento y Concreto) indica que es muy difícil o incluso casi imposible determinar una relación de agua/cemento, pero de la misma forma puede ser aplicado, es recomendable según el procedimiento o método del ACI 211.2 usar entre 40 a 60 por ciento del agregado fino en la mezcla y la resistencia es adquirida por el contenido o cantidad de cemento empleado.

Bajo estos dos criterios o normas se realizaron los diseños para conocer cuál de estos métodos o normas se obtienen mejores resultados.

3.4.10 diseño de concreto ligero y concreto tradicional por el método ACI 211.1

Para el diseño de la mezcla del hormigón ligero se tomó como base el método ACI 211.1; a continuación se describe el procedimiento realizado para el diseño.

1. Elección del asentamiento (Slump)

Una forma de determinar el revenimiento o el asentamiento es por la consistencia del hormigón; en la tabla # 5 podemos observar cada diferente asentamiento según la consistencia.

Tabla 5*Slump según la consistencia del hormigón*

Consistencia	Asentamiento
Seca Plástica Fluida	0" (0mm) a 2" (50mm) 3" (75mm) a 4" (100mm) ≥ 5" (125mm)

Fuente: (Yagual & Villacis, 2015)

Otra forma de elegir un revenimiento es según el tipo de elemento de construcción; el revenimiento a utilizar en el diseño de hormigón fue considerado al tipo de estructura en el que se va a utilizar nuestro concreto, En la tabla # 6 se muestran los diferentes tipos de estructura a utilizar en hormigón con su respectivo revenimiento.

Tabla 6*Slump según tipo de construcción*

TIPOS DE CONSTRUCCION	REVENIMIENTO (cm)	
	MAXIMO	MINIMO
- Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
- Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
- Vigas y muros reforzados	10	2
- Columnas	10	2
- Pavimentos y losas	8	2
- Concreto ciclópeo y masivo	5	2

Fuente: (Yagual & Villacis, 2015)

2. Determinar el tamaño máximo del agregado grueso:

Como ya sabemos en el ensayo granulométrico se determinó las características de los áridos que vamos a utilizar en nuestro diseño de hormigón; conociendo de esta forma el tamaño máximo del agregado grueso y determinando si el hormigón tendrá o no aire incluido, considerando ambos parámetros elegiremos la cantidad de agua que utilizaremos en la mezcla. En la tabla # 7 podemos observar la cantidad de agua a usar según el tamaño del agregado y dependiendo si tiene o no aire incluido

Tabla 7

Cantidad de agua según el asentamiento y la cantidad de aire del hormigón

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)		Agua en lit/m^3 de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.							
		10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
30 a 50	(1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	(3" a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140
150 a 180	(6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---
Cantidad aproximada de aire atrapado (%).		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
30 a 50	(1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100	(3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180	(6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	---
Contenido total de aire incorporado (%), en función del grado de exposición.	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Fuente: (Yagual & Villacis, 2015)

- Una vez hayamos determinado la cantidad de agua que vamos a usar para elaborar nuestro hormigón pasamos a corregir las cantidades del porcentaje de absorción tanto el árido grueso como el árido fino.

La fórmula que se uso es la detallada a continuación:

$$\text{Volumen corregido} = \text{Volumen} (\% \text{ del árido grueso} + \% \text{ del árido fino})$$

- Para determinar la relación de a/c que vamos a utilizar, lo primero que debemos definir es la resistencia del hormigón que vayamos a necesitar sea de un $f'c=180$ Kg/cm², 210 Kg/cm² o 240 Kg/cm²; dependiendo de la estructura que vayamos a elaborar en mi caso será para las ultimas 2 resistencias antes mencionadas.

En la siguiente tabla podemos determinar la relación de a/c que necesitemos según la resistencia de nuestra estructura a realizar.

Tabla 8*Relación de agua/cemento según resistencia del hormigón*

a/c	Kg/cm2
0,7	140
0,65	190
0,60	210
0,55	250
0,50	290
0,45	310
0,40	350
0,35	390
0,30	410

Fuente: (Yagual & Villacis, 2015)

En el caso de que la resistencia que vayamos a usar no se encuentre en la lista deberemos realizar una interpolación con los valores de la tabla.

5. Para calcular la cantidad de cemento que vamos a necesitar para nuestro hormigón debemos conocer la relación de agua/ cemento y la cantidad de agua que usaremos.

Con lo cual se puede aplicar la siguiente formula:

$$C = A / \frac{a}{c}$$

Dónde:

C= Cantidad de cemento por m3

A= Cantidad de Agua por m3

A/c = Valor de la relación de a/c

Todos los datos anteriores los sacamos de las tablas mencionadas anteriormente.

6. Para el cálculo del volumen del agua y del cemento aplique la siguiente formula, que consiste en dividir el peso del material para la densidad del mismo.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{peso}}{\text{densidad}}$$

Dónde:

Peso = peso del cemento o del agua

Densidad = densidad del cemento o del agua

7. Para calcular el volumen de los áridos lo que necesitaremos conocer son los resultados de los ensayos de laboratorio realizados al material granular sea grueso y fino los pesos volumétricos tanto suelto como varillado y también su densidad saturada superficialmente seca; una vez conocidos estos parámetros y sus volúmenes correspondientes, pasamos a restar 1m^3 de la sumatoria de los volúmenes del cemento piedra y agua así el valor que obtendremos será el volumen de árido fino que necesitaremos.

$$\text{Vol. fino} = 1\text{m}^3 - (\text{Vol. cemento} + \text{Vol. agua} + \text{Vol. grueso})$$

8. Según la norma ACI 211.1 nos sugiere que el volumen del agregado fino puede variar de 40% a 60% del volumen final de todos los agregados tanto grueso como fino; en el caso para este proyecto con la mezcla de concreto tradicional se usó un 60% de agregado fino mientras que para la mezcla de concreto ligero realice unas pruebas con el 40%, 50% y 60% del agregado fino para de esta manera determinar con qué proporción tiene un mejor comportamiento.
9. Cuando ya tengamos calculado los volúmenes finales de cada uno de los materiales que vamos a utilizar tanto para mezcla de concreto tradicional, como para la mezcla de concreto ligero lo que debemos hacer es calcular los respectivos pesos y para eso aplique la fórmula que se detalla a continuación:

$$\text{Peso} = \text{volumen} \times \text{densidad}$$

Cabe recalcar que la sumatoria final debe dar 1 metro cubico, y que el peso se expresa en kilogramos.

3.4.11 Diseño del concreto ligero por el método ACI 211.2

El método del American Concrete Institute nos indica que este método es el más idóneo para realizar un concreto ligero ya que su resistencia se basa directamente a la cantidad de cemento que vamos a utilizar para alcanzar la resistencia que necesitamos.

Este método consiste en:

1. Algunos parámetros que debemos tener antes de comenzar con nuestro diseño son los pesos volumétricos tanto sueltos como varillados y los porcentajes de absorción de los áridos; debido a que este método no recomienda que cantidad de agua es la que debemos utilizar para nuestra mezcla de concreto podemos usar la estimación de la cantidad de agua a usar que ya determinamos en el método anteriormente mencionado; no debemos olvidar de realizar la corrección según el tamaño de los áridos y el revenimiento.
2. Para este método podemos variar la cantidad de árido que vayamos a usar y esta variación puede ser de 40% a 60%; una vez explicado este punto se utilizó un 60% de la arcilla expandida arlita y un 40% del material fino.
3. Como ya mencione anteriormente la resistencia que vaya a alcanzar nuestro concreto dependerá en gran parte de la cantidad de cemento que vayamos a utilizar; como se mencionó anteriormente para el tipo de estructura que se enfoca este proyecto de investigación son los elementos estructurales que trabajan a compresión y flexión así que se diseñara para un $f'c = 210$ y 240 Kg/cm^2 que es una buena resistencia para el tipo de elementos que se usara este concreto; conociendo la resistencia que necesitamos podemos basarnos en la siguiente tabla para determinar la cantidad de cemento a usar.

Tabla 9

Cantidad de cemento según resistencia del concreto

Resistencia a la compresión de cilindros estándar		Cantidad de cemento
Kg/cm ²	MPa	Kg/m ³
176	17	250 – 420
211	21	280 – 450
281	28	330 – 510
352	34	390 – 560

Elaborado por: Suarez, S. (2019)

4. El paso siguiente es calcular el peso de los materiales expresados en Kg/m³ y tomando en consideración el peso volumétrico suelto y el porcentaje del volumen que vayamos a utilizar. Para eso se usó la siguiente formula:

$$\text{Peso} = \text{Volumen Total} \times \% \text{ de agregado} \times \text{Peso volumétrico suelto}$$

5. Proseguimos a calcular el volumen de los materiales que vamos a utilizar para nuestro concreto ligero lo primero a calcular será el cemento y el agua.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso}}{\text{densidad}}$$

6. Para calcular el resto de los materiales para nuestra mezcla de concreto ligero, áridos fino y grueso, procedemos a de 1 metro cubico restar el volumen del árido cabe recalcar que debe ser la proporción a usar, en este caso es un 40% del árido fino y un 60% del árido grueso.

En la siguiente formula se detalla el cálculo del volumen.

$$\text{Volumen} = \{1 - (\text{Vol. cemento} + \text{Vol. agua})\} \times \% \text{ del árido}$$

7. Para obtener el factor la densidad relativa lo podemos obtener dividiendo el peso para el volumen necesario para 1 metro cubico de concreto.

Con esta fórmula podemos obtener los pesos ya conociendo los volúmenes respectivos.

$$\text{Peso} = \text{Volumen} \times \text{densidad relativa} \times 1000$$

8. Considerando un aumento de cemento debemos considerar que si aumenta la cantidad de cemento que vayamos a usar según la resistencia que necesitemos el árido fino se reducirá por esta razón para el cálculo del peso de los materiales tomando a consideración los parámetros antes mencionados podemos decir:

$$\text{Vol. fino} = 1 - (\text{Vol. cemento} + \text{Vol. agua} + \text{Vol. grueso})$$

3.5 Propiedades del Concreto Endurecido

3.5.1 Elaboración de especímenes

Para un correcto control de calidad de nuestro concreto lo que debemos primero es conocer qué tipo de especímenes necesitamos para cada ensayo al que será sometido nuestro concreto.

Para un ensayo a compresión se usó unas probetas cilíndricas por lo general se usa moldes de 150 mm x 300 mm de alto cumpliendo con la norma que los moldes requieren siendo que la altura debe ser el doble de su diámetro.

Para un ensayo de flexión se usó unas probetas prismáticas o vigas por lo general se usan moldes de 150 mm de lado y 500 mm de longitud.

Se consideró un ensayo al promedio de dos probetas con la misma muestra ensayadas el mismo día sean a los 7,14 o 28 días que es cuando alcanza su resistencia máxima.

Una vez elaborado el concreto lo primero que debemos hacer es determinar su asentamiento con la prueba del revenimiento en el cono de abrahams. Los especímenes o probetas tanto cilíndricas como prismáticas deben curarse como lo dice la norma ASTM C31 M.

Equipo a usar:

- Se debe usar dos clases de moldes: los prismáticos para las vigas y los cilíndricos. Los mismos deben ser de acero o hierro fundido incluido sus accesorios. Los moldes cilíndricos constan de accesorios que lo sujetan a una placa como base, su interior debe estar limpio y liso. Los moldes prismáticos son forma regular y horizontales, su interior debe ser liso y sus lados deben formar un ángulo recto.
- Varilla lisa de compactación de 5/8"
- Mazo con cabeza de hule
- Bailejo, cucharones, llana

Procedimiento:

- Se vacía la muestra de concreto en los moldes con un cucharón
- Se recomienda mezclar y mezclar la mezcla de concreto para evitar la segregación
- Para el molde cilíndrico a usar se vació la muestra en tres capas, la capa inferior se la compacto con todo su espesor, varillándola con un número de penetraciones igual a 25
- Para cada capa superior debe penetrar la varilla la capa inmediata inferior, cada capa debe golpearse con el mazo de hule para evitar las oquedades que deja el varillado
- Para el molde prismático en cada capa que se vierta se deberá introducir un bailejo en el perímetro de contacto entre la muestra y el molde.
- Una vez terminada la compactación por varillado pasamos a enrasar la superficie de los moldes con un enrasador metálico o una llana.

- Para evitar la evaporación de los especímenes es necesario colocarle un tipo de protección en el caso de mi proyecto de investigación se le colocó un plástico.
- Una vez terminado los especímenes se lo deja fraguar y a las 24horas se lo coloca en agua para su correcto curado.
- En el caso de especímenes prismáticos antes de proceder a ensayarlos se debe sacar del agua 20 horas antes para sumergirlo en una solución con cal.

El concreto debe tener las capas y las alturas correspondientes como se lo puede detallar en las siguientes tablas.

Tabla 10

Diámetro de varilla y número de capas por penetración

Diámetro del cilindro (mm)	Diámetro de varilla (mm)	Longitud de varilla (mm)	Numero de golpes por cada capa
150	10	300	25
150	16	600	25
200	16	600	50
250 o mayor	16	600	75

Fuente: (INECYC, 2009)

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

Tabla 11*Tipo de compactación, profundidad y número de golpes*

Tipo y altura de la muestra (mm)	Modo de compactación	Numero de capas	Profundidad aproximada de cada capa (mm)
Cilindros			
Hasta 300	Varillado	Tres iguales	100 o menos
Más de 300	Varillado	Las requeridas	100 o menos
Hasta 300	Vibrado	Dos iguales	150 o menos
De 300 a 450	Vibrado	Dos iguales	La mitad de la altura
Más de 450	Vibrado	Tres o mas	Cercana a 200
Vigas			
De 150 a 200	Varillado	Dos iguales	La mitad de la altura
Más de 200	Varillado	Tres o mas	100
De 150 a 200	Vibrado	Una	Altura de la muestra
Más de 200	Vibrado	Dos o mas	Cercana a 200

Fuente: (INECYC, 2009)**Elaborado por:** Suárez, S. (2019)**3.5.2 Resistencia a la compresión**

Para obtener la resistencia a la compresión de cilindros de hormigón este proyecto de investigación se rigió por el cumplimiento de la norma INEN 1573 la cual podemos revisar en el anexo 4.

Para explicar el ensayo pues consiste en determinar la resistencia del hormigón sometida a una carga axial a una velocidad que se encuentra dentro de los parámetros dentro de las

especificaciones del ensayo y también debemos poseer un equipo calibrado para evitar errores.

La resistencia se la calcula dividiendo la carga máxima soportada por la probeta de hormigón por el promedio del área seccional. Para este proyecto se realizaron ensayos a los 7 y 28 días que son los días necesarios para que el concreto alcance su máxima resistencia.

A continuación se ilustra los diferentes tipos de fracturas que se presentan en este tipo de ensayo.

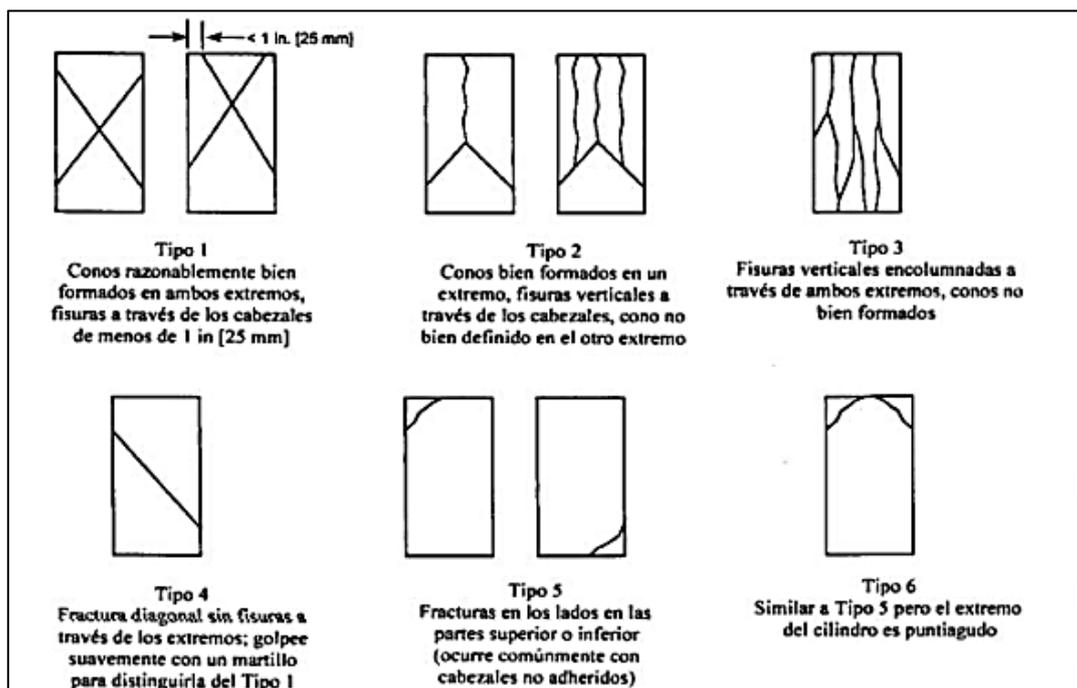


Figura 9: Fracturas típicas

Fuente: (Yagual & Villacis, 2015)

3.5.3 Resistencia a la flexión.

Para obtener la resistencia a la flexión necesitamos una viga de concreto la cual será sometida a cargas en los tercios del claro con el fin de calcular el módulo de rotura.

Los especímenes hay que girarlos para que las cargas sean aplicadas a una de sus caras laterales y hay que tomar en consideración de realizar el ensayo lo más pronto posible luego de ser retirados del curado.

El rango de velocidad que se debe aplicar en este ensayo está entre 0.86 y 1.21 MPa/min para una viga de 150 x 150 mm con una separación entre apoyos de 450 mm.

En la siguiente figura se puede observar un esquema de cómo debe ser colocado el espécimen para el ensayo a flexión la carga a aplicar P se distribuye en dos partes, transmitiéndola a las reacción en partes iguales a los apoyos.

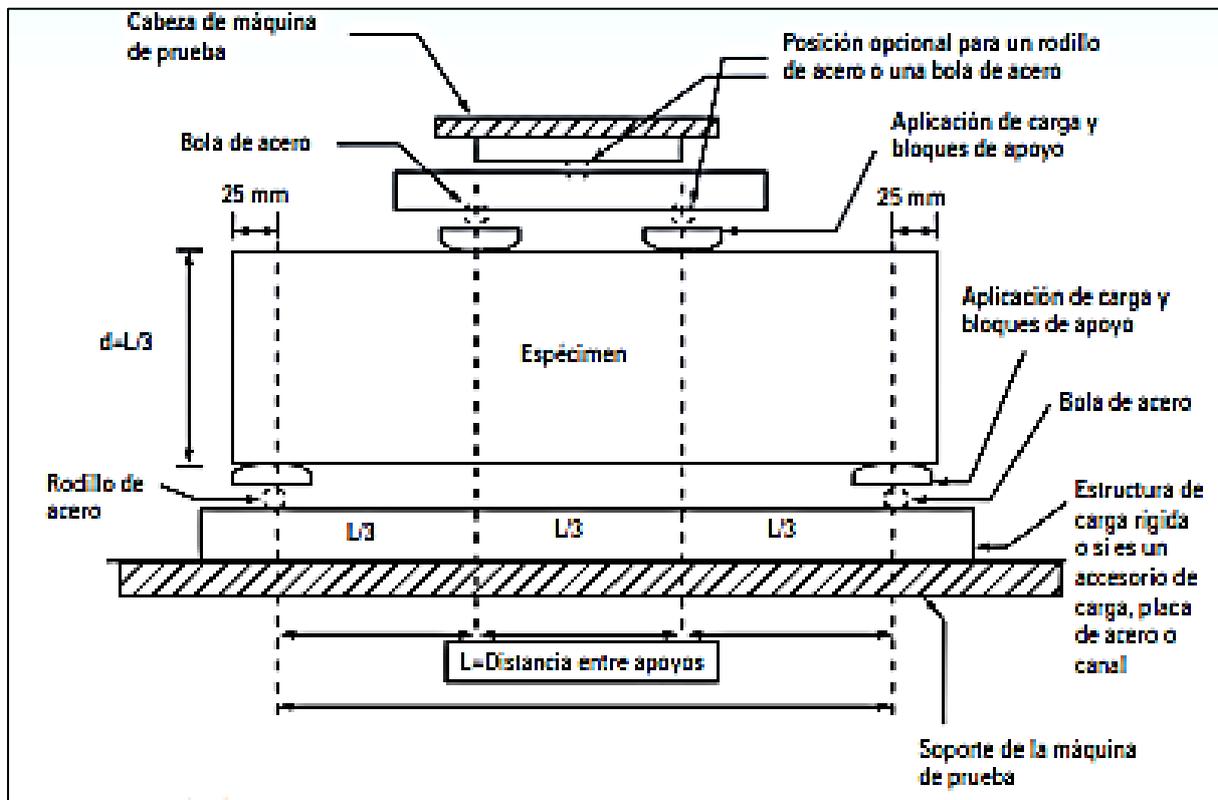


Figura 10: Esquema del espécimen en el aparato de ensayo

Fuente: (INECYC, 2009)

Entre algunas sugerencias a tomar en consideración se describen las siguientes:

- Las reacciones deben ser aplicadas de forma paralela a la dirección de la fuerza aplicada.
- Los bloques en los que serán aplicadas las fuerzas deben ser de acero y mantenerse alineados en forma vertical
- Los especímenes deben estar en un lugar correctamente nivelado sin ningún tipo de perturbación.
- El traslado de los especímenes deben hacerse en cajas resistentes.

Para el cálculo de módulo de rotura tenemos a consideración 2 casos:

Caso A

Para una fractura en el tercio medio de los claros podemos aplicar la siguiente formula

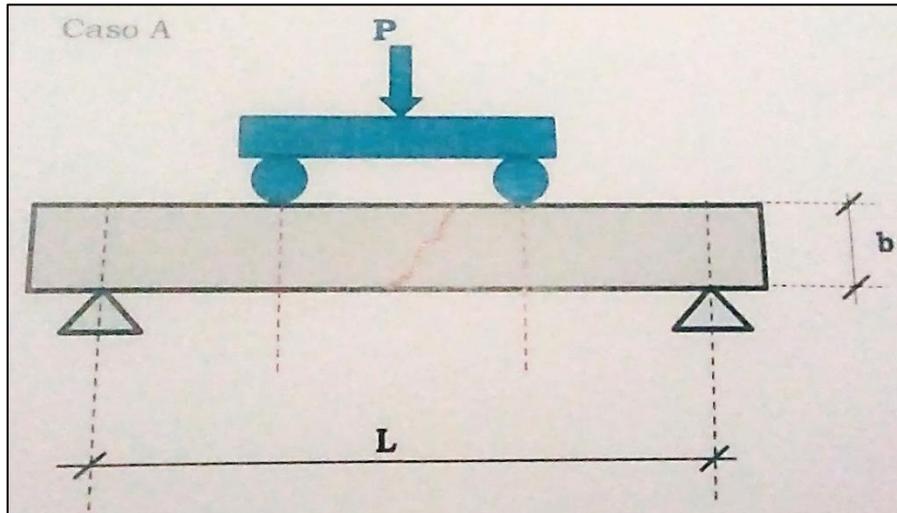


Figura 11: Fractura en el tercio medio

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

$$MR = \frac{PL}{bd^2}$$

Caso B

Para una fractura fuera del tercio medio del claro tenemos la siguiente formula

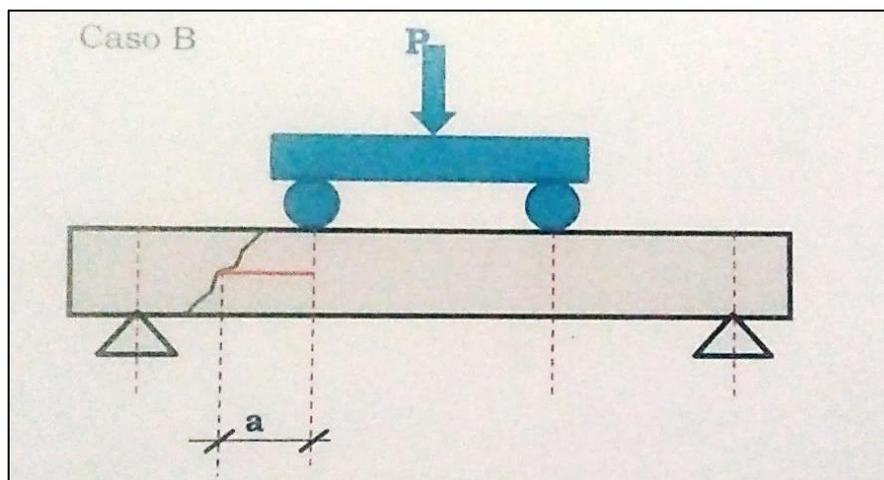


Figura 12: Fractura fuera del tercio medio

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

$$MR = \frac{3Pa}{bd^2}$$

Dónde:

MR= Modulo de rotura

P = Carga máxima aplicada en N

L = Distancia entre apoyos en mm

B= ancho promedio del espécimen en mm

D= altura promedio del espécimen en mm

A= distancia en promedio entre la línea de la fractura al apoyo más cercano

3.6 Encuesta

En este numeral nos enfocaremos en analizar la encuesta que se realizó a un grupo de 100 personas de la ciudad de Guayaquil con el objetivo de analizar sobre el conocimiento que tenga la población acerca de la arcilla expandida en el ámbito de la construcción.

A continuación se detalla cada una de las preguntas ejecutadas a las personas y en el anexo encontraremos una muestra del modelo de la encuesta que se utilizó.

1.- ¿La propiedad donde habita en la actualidad es?

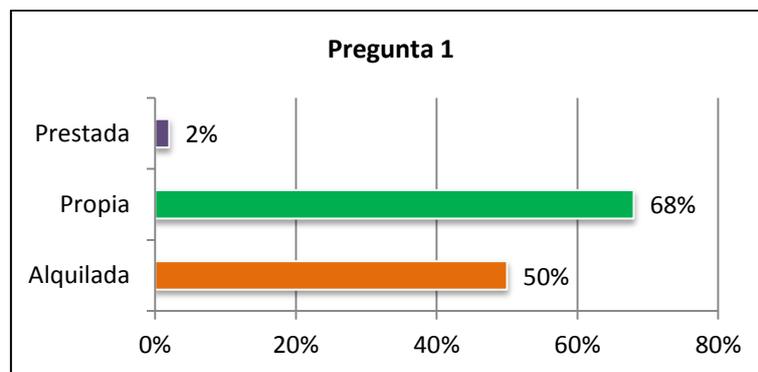


Grafico 1: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la primera pregunta podemos ver que el 2 por ciento de las personas a las que se les realizó la encuesta habitan en una vivienda prestada por un familiar, el 68 por ciento en una vivienda propia mientras que el 30 por ciento habita en una vivienda alquilada.

2.- ¿Considera una mejor opción comprar una vivienda en vez de construirla usted mismo?

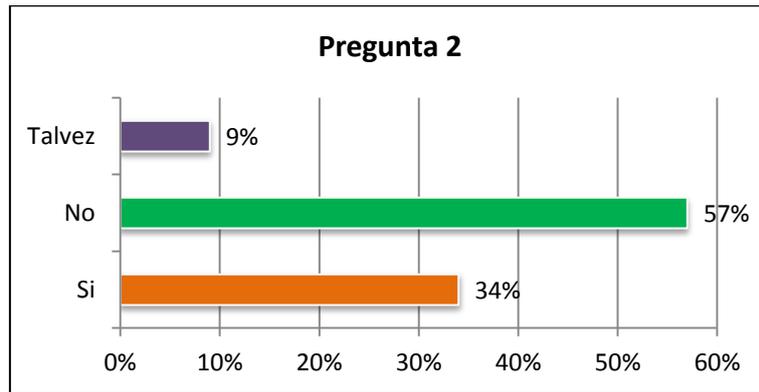


Grafico 2: Resultados de la pregunta 1 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la pregunta 2 los datos obtenidos que obtuvimos es que el 57 por ciento de las personas entrevistadas prefieren construir su propia casa mientras que el 34 por ciento prefiere comprar una casa y el 9 por ciento se encuentra indeciso.

Pregunta 3

3.- ¿Considera una buena opción el utilizar nuevos materiales para construir un hormigón?

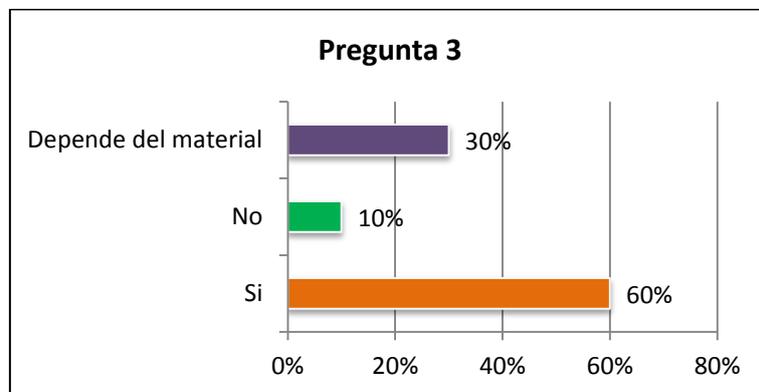


Grafico 3: Resultados de la pregunta 3 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la pregunta numero 3 la población expreso lo siguiente el 30 por ciento dijo considerar esta opción dependiendo de la calidad del nuevo material a utilizar, el 30 por ciento d3e los entrevistados prefiere seguir usando el hormigón tradicional y un 60 por ciento está totalmente de acuerdo.

4.- ¿Conoce algún método nuevo para elaborar un hormigón?

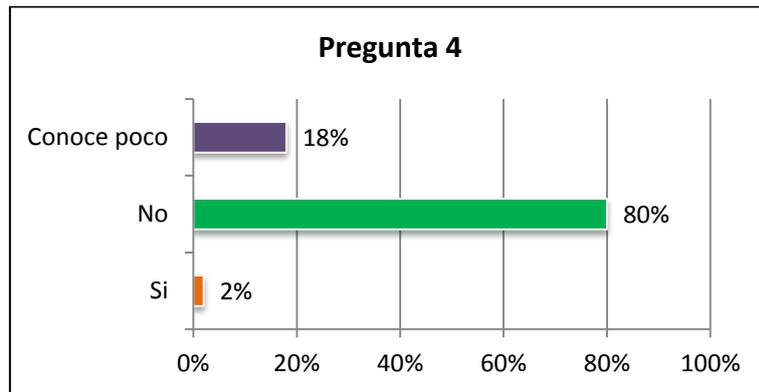


Grafico 4: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la cuarta pregunta el 18 por ciento de la población indica conocer poco sobre los nuevos métodos para elaborar un hormigón, mientras que el 80 por ciento desconoce los nuevos métodos y el 2 por ciento si conoce de los nuevos métodos para elaborar un concreto.

5.- ¿Cree usted que innovar el hormigón tradicional mejoraría al país en el ámbito de?

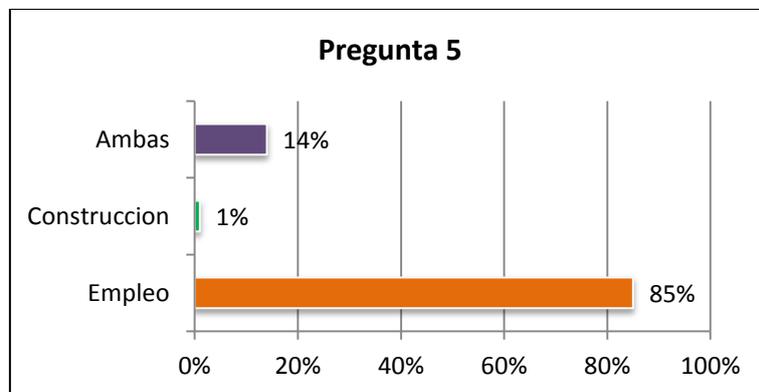


Grafico 5: Resultados de la pregunta 5 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la pregunta 5 la población considera que el innovar el hormigón tradicional traería una gran plaza de empleo tanto para las empresas que fabricaran los nuevos materiales así como los elementos de construcción en que se usara, así que obtuvimos un 14 por ciento para ambas, un 1 por ciento para la construcción y un 85 por ciento para el empleo.

6.- ¿Estaría dispuesto a usar una nueva técnica para elaborar hormigón para construir su casa en vez de usar un hormigón tradicional?

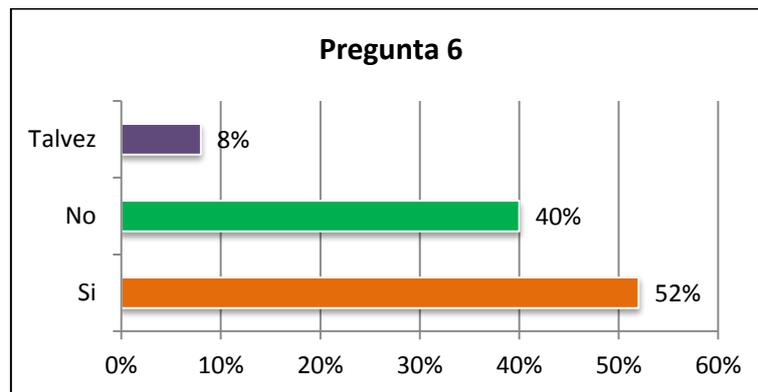


Grafico 6: Resultados de la pregunta 6 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la pregunta numero 6 el 52 por ciento de los entrevistados están dispuestos a utilizar una nueva técnica para elaborar el hormigón que usarían para construir su casa, el 8 por ciento se siente indecisa y confundida al no conocer nuevos métodos y el 40 por ciento está en desacuerdo y prefiere seguir usando el hormigón tradicional

7.- ¿Cuál de estos factores cree Ud. que hay que considerar en la mejoría del hormigón tradicional?

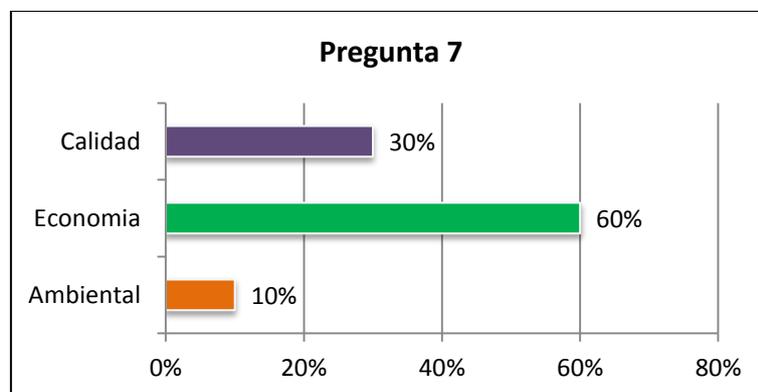


Grafico 7: Resultados de la pregunta 7 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la pregunta numero 7 el 60 por ciento de los encuestados menciona a la economía como un factor importante a la hora de mejorar o innovar algo, un 30 por ciento considera más importante la calidad de esta nueva tecnología y un 10 por ciento se inclina por mencionar que lo más importante es verificar que no dañe el medio ambiente.

8.- ¿Conoce usted que es la arcilla expandida o arlita y cuáles son sus principales usos o aplicaciones?

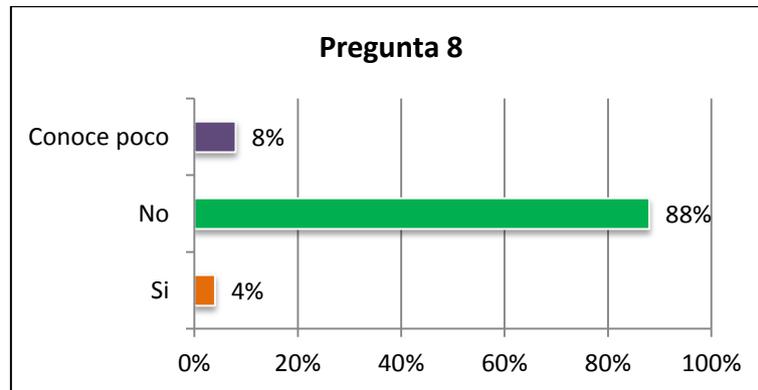


Grafico 8: Resultados de la pregunta 8 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En el numeral 8 comprobamos que el 88 por ciento de la población desconoce la existencia de este material mientras que un 8 por ciento conoce sus usos en el ámbito de la jardinería y un 4 por ciento si ha escuchado de este material y conoce sus aplicaciones.

9.- ¿Cree usted que el aplicar la arlita sería factible para usarlo en el hormigón?

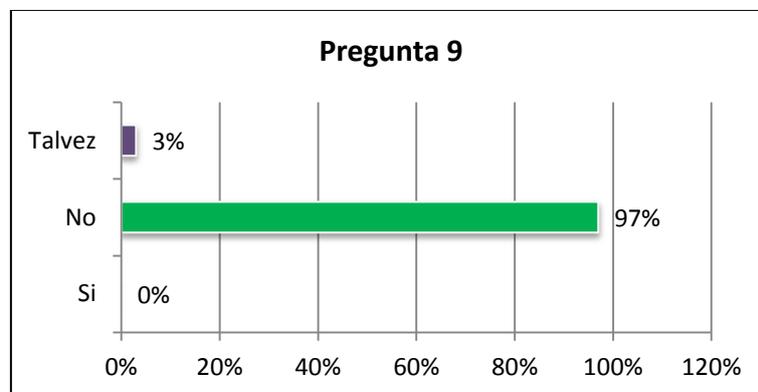


Grafico 9: Resultados de la pregunta 9 de la encuesta

Elaborado por: Suárez, S. (2019)

En la pregunta numero 9 el 97 por ciento de las personas entrevistadas señalaron que la arlita no sería factible usarlo en un hormigón mientras que nadie opto por decir que sería factible y el 3 por ciento dijo que talvez sería factible.

3.7 Análisis de Resultados

En base a los resultados obtenidos de la encuesta realizada a un grupo de 100 personas de la ciudad de Guayaquil se pudo observar algunas cuestiones en sí, como en primera instancia que no todas las personas conocen nuevas técnicas para elaborar un hormigón a parte del tradicional que ya conocemos que consta de arena, piedra, cemento y agua.

Por este mismo motivo se rehúsan a apoyar otros métodos más que todo por desconocimiento general.

Al momento de la encuesta pudimos percatarnos en el desconocimiento total de nuestro agregado a reemplazar la piedra, la arcilla expandida o arlita luego de explicarles un poco de cómo era el material y que sus principales usos en la jardinería por poseer una alta absorción y ser un material filtrante, para finalmente acotar que no sería factible usarlo para elaborar un hormigón.

Como sabemos nuestro objetivo es calcular la dosificación del hormigón ligero que elaboraremos y determinar los parámetros en los que sea factible en caso de lo sea y si no es factible determinar el motivo del fallo.

Como conocemos actualmente la tecnología en otros países en bastante avanzada mientras que en nuestro país, pese a existir un avance y que existan investigaciones se enfocan un poco más en lo ambiental y en materiales reciclables para usar en un hormigón, en lugar de usar un producto industrializado como lo es la arcilla expandida ya que la arcilla que es extraída a cielo abierto se la expande en hornos industriales a altas temperaturas, este nuevo producto influiría en la parte económica abriendo plazas de trabajo.

CAPITULO IV - INFORME FINAL

4.1 Informe de Ensayos de Materiales usados en el hormigón tradicional y ligero

ANALISIS GRANULOMETRICO - ARENA				
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: Noviembre 2018</p> <p>FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada</p>				
Abertura de Tamiz		Peso-Grs	% Retenido	% Pasante
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Parcial	Acumulado
3/8"	9,5	0,00	0,00	100,00
1/4"	6,4	0,00	0,00	100,00
No.4	4,76	47,00	4,76	95,24
No.8	2,5	77,00	7,80	87,44
No.10	2,00	0,00	0,00	87,44
No.16	1,2	207,00	20,97	66,46
No.20	0,84	0,00	0,00	66,46
No.30	0,6	360,00	36,47	29,99
No.40	0,42	0,00	0,00	29,99
No.50	0,3	161,00	16,31	13,68
No.60	0,25	0,00	0,00	13,68
No.80	0,2	96,00	9,73	3,95
No.100	0,15	0,00	0,00	3,95
No.200	0,06	0,00	0,00	3,95
Fondo		39,00	3,95	0,00
TOTAL		987,00		

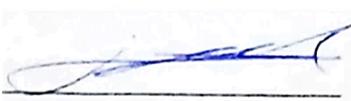
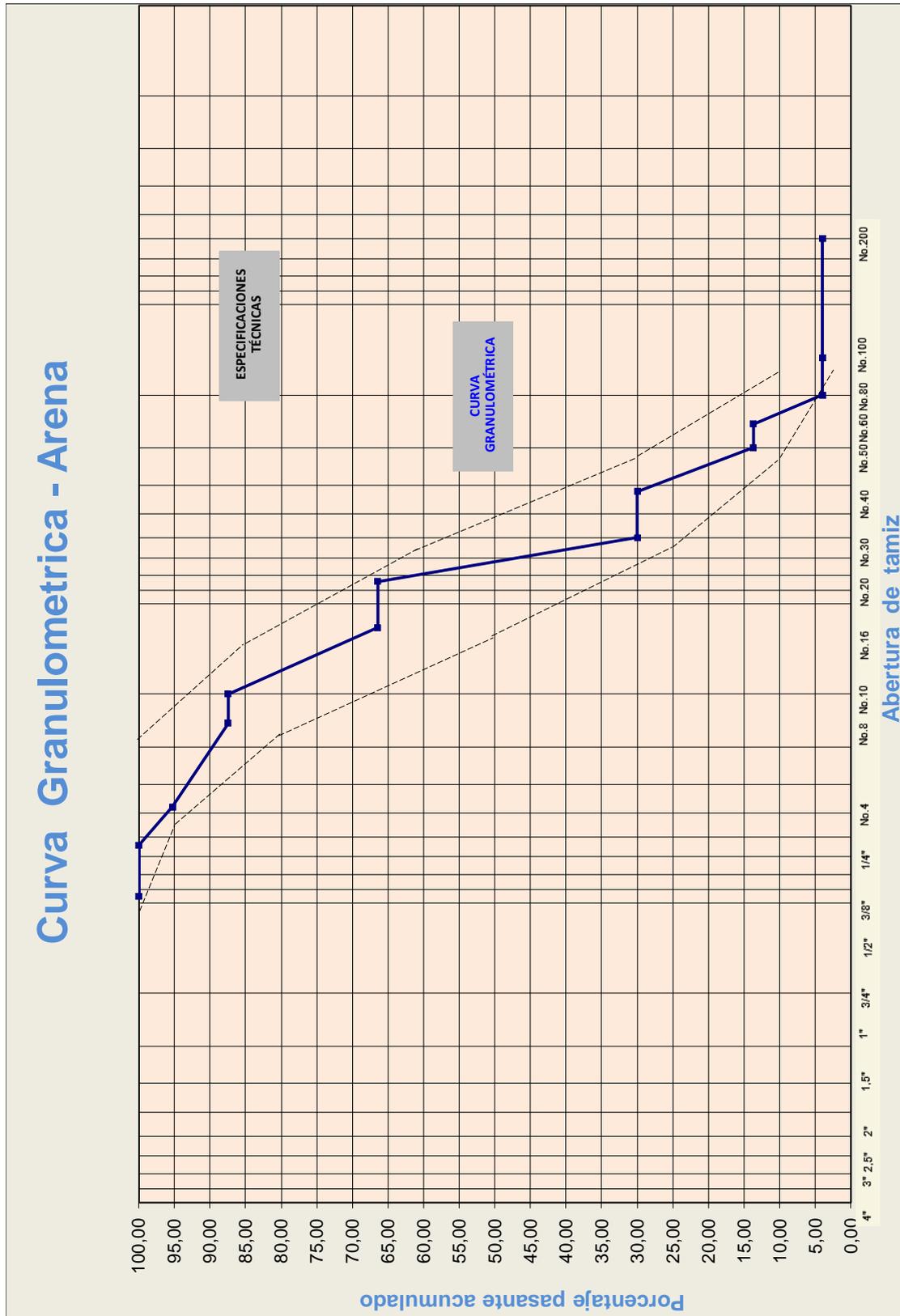
<p>Descripcion de la Muestra: Arena triturada color gris</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Grava</td> <td>12,56 %</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>83,49 %</td> </tr> <tr> <td>Suelo Fino</td> <td>3,95 %</td> </tr> </table> <p>REVISADO POR:</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <p>ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>	Grava	12,56 %	Arena	83,49 %	Suelo Fino	3,95 %	<p>Especificacion</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">ASTM</td> <td>TAMIZ</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>3/8"</td> </tr> <tr> <td>95 - 100</td> <td>Nº 4</td> </tr> <tr> <td>80 - 100</td> <td>Nº 8</td> </tr> <tr> <td>50 - 85</td> <td>Nº 16</td> </tr> <tr> <td>25 - 60</td> <td>Nº 30</td> </tr> <tr> <td>10 - 30.</td> <td>Nº 50</td> </tr> <tr> <td>2 - 10.</td> <td>Nº 100</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>Nº 200</td> </tr> </table>	ASTM	TAMIZ	100	3/8"	95 - 100	Nº 4	80 - 100	Nº 8	50 - 85	Nº 16	25 - 60	Nº 30	10 - 30.	Nº 50	2 - 10.	Nº 100	0	Nº 200
Grava	12,56 %																								
Arena	83,49 %																								
Suelo Fino	3,95 %																								
ASTM	TAMIZ																								
100	3/8"																								
95 - 100	Nº 4																								
80 - 100	Nº 8																								
50 - 85	Nº 16																								
25 - 60	Nº 30																								
10 - 30.	Nº 50																								
2 - 10.	Nº 100																								
0	Nº 200																								

Figura 13: Ensayo Granulométrico del Árido Fino 1

Elaborado por: Suárez, S (2019)



Revisado por:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO RIERA

Gráfico 10: Curva granulométrica del Agregado Fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ANALISIS GRANULOMETRICO - ARCILLA EXPANDIDA

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: Noviembre 2018

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

Abertura de Tamiz		Peso-Grs Retenido	% Retenido Parcial	% Pasante Acumulado
Pulgadas	Milímetros			
4"	100	0,00	0,00	100,00
3"	76,2	0,00	0,00	100,00
2,5"	63,5	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	100,00
1,5"	38,1	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,7	953,00	26,74	73,26
3/8"	9,5	1065,00	29,88	43,38
1/4"	6,4	0,00	0,00	43,38
No.4	4,76	1546,00	43,37	0,01
No.8	2,5	0,00	0,00	0,01
No.10	2,00	0,00	0,00	0,01
No.16	1,2	0,00	0,00	0,01
Fondo		0,27	0,01	0,00
TOTAL		3564,27		

Descripcion de la Muestra:

ARCILLA EXPANDIDA (ARLITA)

TAMAÑO MAX. DEL AGREGADO 1/2"

REVISADO POR:



ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

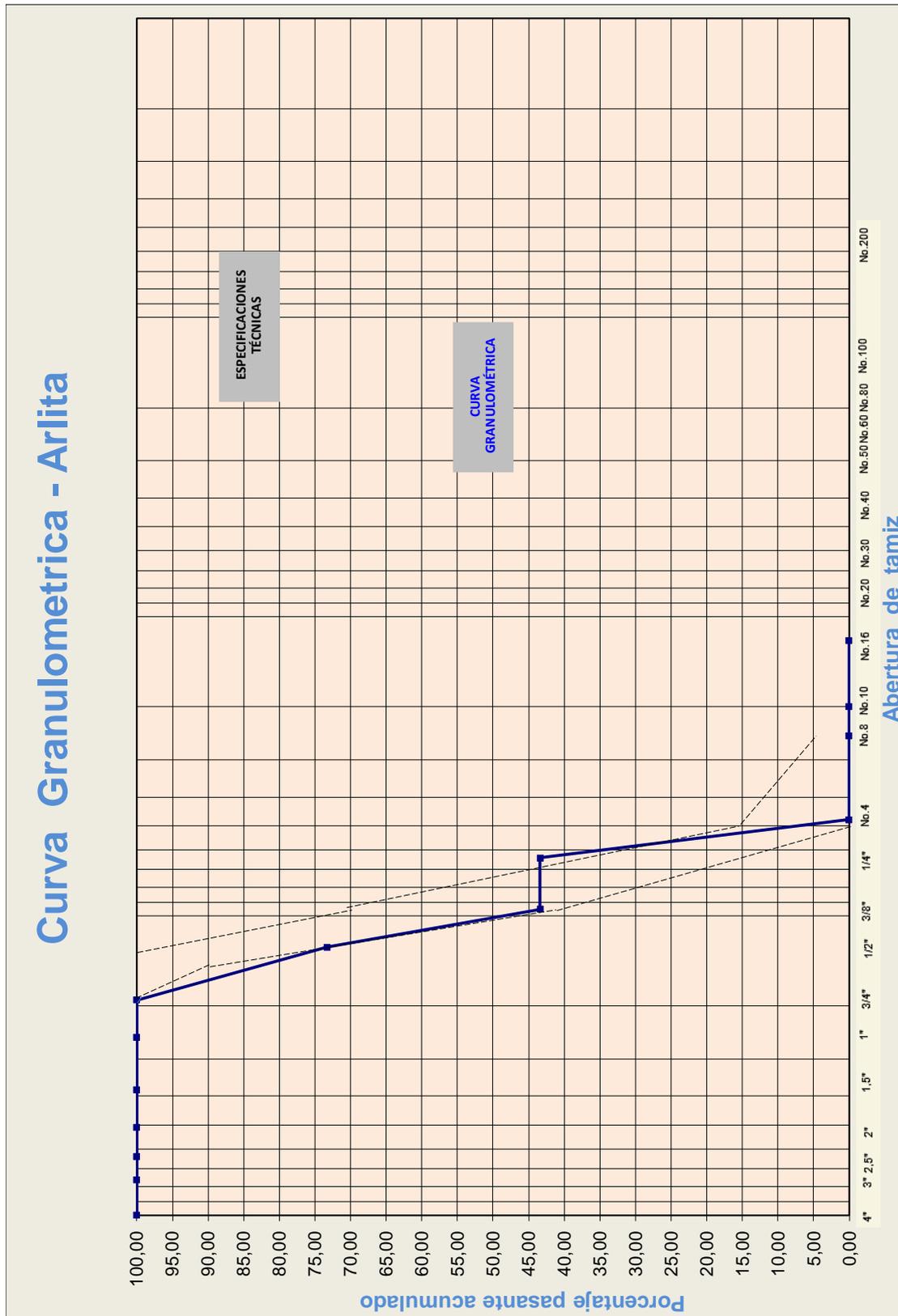
Especificacion

ASTM

TAMIZ	Nº 6	Nº7	Nº 9
1"	100		
3/4"	90 - 100	100	
1/2"	20 - 55	90 - 100	100
3/8"	0 - 15	40 - 70	85 - 100
Nº4	0 - 5	0 - 15	10 - 30.
Nº 8		0 - 5	0 - 10.
Nº 16			0 - 5

Figura 14: Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso – Arcilla expandida

Elaborado por: Suárez, S (2019)



Revisado por:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 11 - Curva granulométrica de la Arcilla Expandida

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ANALISIS GRANULOMETRICO - ARENA

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: Noviembre 2018

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

Abertura de Tamiz		Peso-Grs Retenido	% Retenido Parcial	% Pasante Acumulado
Pulgadas	Milímetros			
3/8"	9,5	0,00	0,00	100,00
1/4"	6,4	0,00	0,00	100,00
No.4	4,76	30,00	3,02	96,98
No.8	2,5	206,00	20,72	76,26
No.10	2,00	0,00	0,00	76,26
No.16	1,2	246,00	24,75	51,51
No.20	0,84	0,00	0,00	51,51
No.30	0,6	153,00	15,39	36,12
No.40	0,42	0,00	0,00	36,12
No.50	0,3	225,00	22,64	13,48
No.60	0,25	0,00	0,00	13,48
No.80	0,2	76,00	7,65	5,84
No.100	0,15	0,00	0,00	5,84
No.200	0,06	0,00	0,00	5,84
Fondo		58,00	5,84	0,00
TOTAL		994,00		

Descripcion de la Muestra:

Arena triturada color gris

Grava	23,74 %
Arena	70,42 %
Suelo Fino	5,84 %

Especificacion

ASTM	TAMIZ
100	3/8"
95 - 100	Nº 4
80 - 100	Nº 8
50 - 85	Nº 16
25 - 60	Nº 30
10 - 30.	Nº 50
2 - 10.	Nº 100
0	Nº 200

Revisado por:

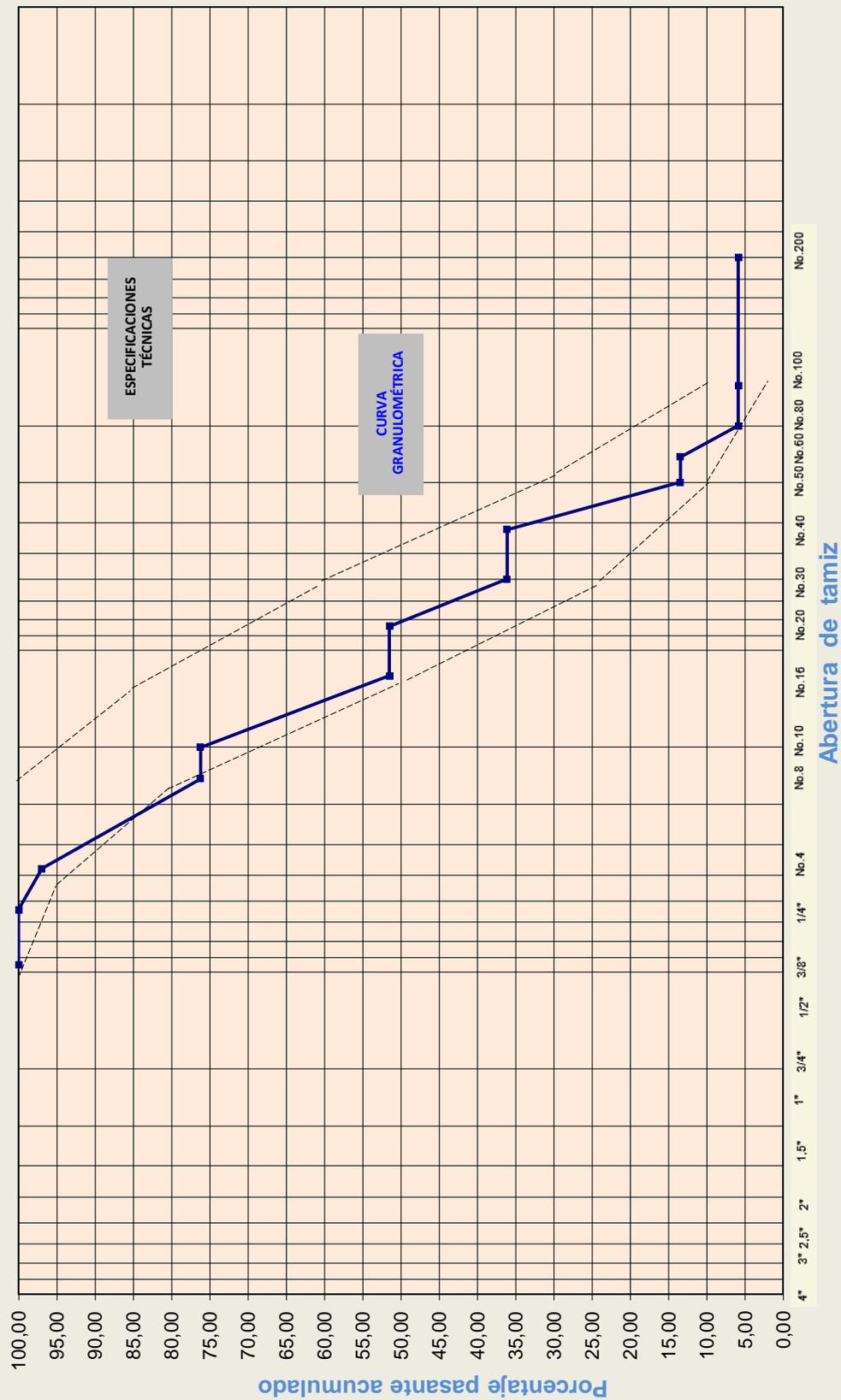


ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Figura 15: Ensayo Granulométrico del Árido Fino 2

Elaborado por: Suárez, S (2019)

Curva Granulométrica - Arena



Revisado por:
Sylvia Vasquez
Ingeniera en Geotecnia

Gráfico 12 - Curva granulométrica del Agregado Fino 2

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ANALISIS GRANULOMETRICO - GRAVA

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: Noviembre 2018

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

Abertura de Tamiz		Peso-Grs	% Retenido	% Pasante
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Parcial	Acumulado
4"	100	0,00	0,00	100,00
3"	76,2	0,00	0,00	100,00
2,5"	63,5	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	100,00
1,5"	38,1	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,7	18,00	0,91	99,09
3/8"	9,5	425,00	21,43	77,66
1/4"	6,4	0,00	0,00	77,66
No.4	4,76	1225,00	61,78	15,89
No.8	2,5	170,00	8,57	7,31
No.10	2,00	0,00	0,00	7,31
No.16	1,2	130,00	6,56	0,76
Fondo		15,00	0,76	0,00
TOTAL		1983,00		

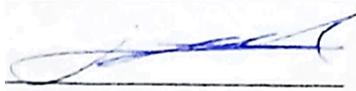
Descripcion de la Muestra:

Grava 92,69 %
Arena 6,56 %
Suelo Fino 0,76 %

**Especificacion
ASTM**

TAMIZ	Nº 6	Nº 7	Nº 9
1"	100		
3/4"	90 - 100	100	
1/2"	20 - 55	90 - 100	100
3/8"	0 - 15	40 - 70	85 - 100
Nº4	0 - 5	0 - 15	10 - 30.
Nº 8		0 - 5	0 - 10.
Nº 16			0 - 5

REVISADO POR:



ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Figura 16 - Ensayo Granulométrico de la muestra de piedra 1/2"

Elaborado por: Suárez, S (2019)

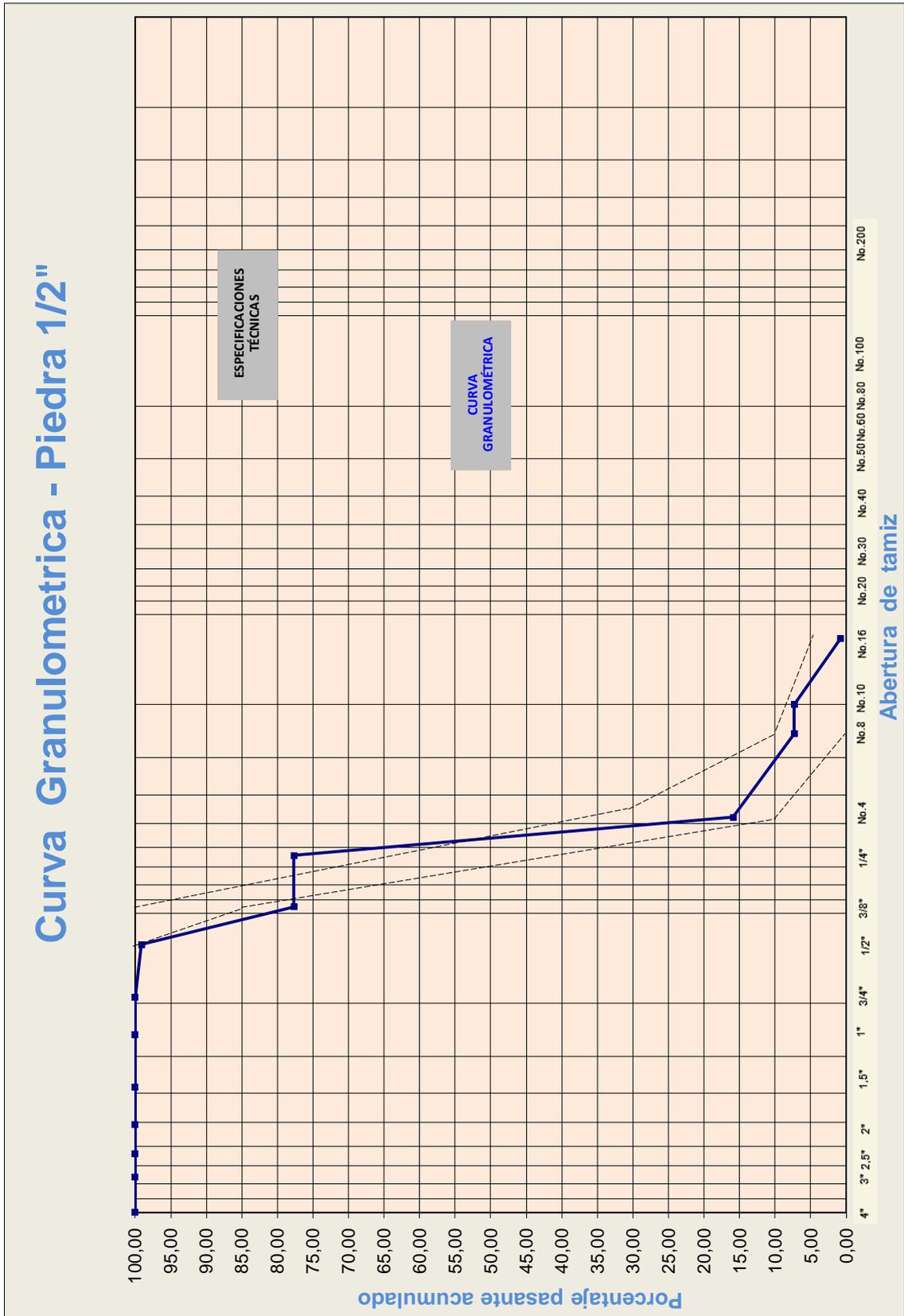


Gráfico 13: Curva granulométrica del Agregado Grueso

Elaborado por: Suárez, S (2019)

Revisado por: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

DETERMINACION DE PARTICULAS MAS FINAS QUE 75 μm

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: ENERO 2019

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"

DESCRIPCION	DATOS
MASA INICIAL	1000
MASA LUEGO DEL SECADO	1000
MASA LUEGO DE LAVADO Y SECADO	1000
% MAS FINO DE 75 μm	0,00

ARCILLA EXPANDIDA

DESCRIPCION	DATOS
MASA INICIAL	1000
MASA LUEGO DEL LAVADO Y SECADO	995
MASA LUEGO DE LAVADO	988
% MAS FINO DE 75 μm	0,70

Nota: Según la norma INEN NTE 699 para agregados gruesos nos indica que el porcentaje debe ser < 1%

ARENA

DESCRIPCION	DATOS
MASA INICIAL	300
MASA LUEGO DEL LAVADO Y SECADO	298
MASA LUEGO DE LAVADO	285
% MAS FINO DE 75 μm	4,3

Nota: Según la norma INEN NTE 699 para agregados gruesos nos indica que el porcentaje debe ser < 5%



REVISADO POR:

ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Figura 17: Partículas más finas de 75 μm

Elaborado por: Suárez, S (2019)

TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DESMENUZABLES

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: ENERO 2019

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

ARCILLA EXPANDIDA

DESCRIPCION	DATOS
MASA INICIAL	1000
MASA LUEGO DEL SECADO	1000
LUEGO DEL CRIBADO Y SECADO	996
% MAS FINO DE 75 μ m	0,40

Nota: Según la norma INEN NTE 698 para agregados gruesos nos indica que el porcentaje debe ser < 1%

ARENA

DESCRIPCION	DATOS
MASA INICIAL	100
MASA LUEGO DEL SECADO	99
LUEGO DEL CRIBADO Y SECADO	95
% MAS FINO DE 75 μ m	4

Nota: Según la norma INEN NTE 698 para agregados gruesos nos indica que el porcentaje debe ser < 5%

Ambos cumplen los requisitos de los agregados finos y gruesos.



REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Figura 18: Terrones de arcilla y partículas desmenuzables

Elaborado por: Suárez, S (2019)

PARTICULAS LIVIANAS

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: MARZO 2019

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	DATOS
Porcentaje en masa de partículas livianas	0,01
Masa seca de las partículas flotantes	0,2
Masa seca de la porción mas gruesa a 300 µm	1500

AGREGADO FINO

DESCRIPCION	DATOS
Porcentaje en masa de partículas livianas	0,05
Masa seca de las partículas flotantes	0,09
Masa seca de la porción mas gruesa a 300 µm	200

AGREGADO FINO

Porcentaje en masa de partículas livianas	0,13
Masa seca de las partículas flotantes	0,26
Masa seca de la porción mas gruesa a 300 µm	200

Nota: Según la norma ASTM C33 para agregados gruesos y finos nos indica que el porcentaje debe ser >1%



REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Figura 19: Partículas livianas

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DETERMINACION DE PORCENTAJE DE PARTICULAS EN SUSPENSION DESPUES DE UNA HORA DE SEDIMENTACION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: MARZO 2019

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

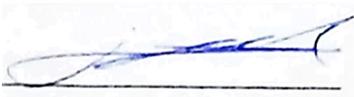
AGREGADO FINO

NOMEN.	DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD
P	PORCENTAJE DE PARTICULAS FINAS	2,88	%
V	VOLUMEN DE LA CAPA DE MATERIAL DE PARTICULAS FINAS	24	CM3
M	MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO	500	GRS.

DONDE:

$$P = \frac{V \times 0,60}{M} \times 100$$

Nota: Este ensayo esta elaborado según los requerimientos según la norma INEN NTE 864



REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Figura 20: Partículas en suspensión después de una hora de sedimentación

Elaborado por: Suárez, S (2019)

RESISTENCIA A LA ABRASION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019

FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada

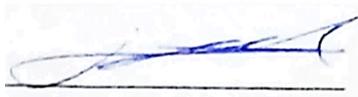
ARCILLA EXPANDIDA - ARLITA

METODO	8	UNIDAD
MASA INICIAL	2500	gr
MASA RETENIDA	1460	gr
NUMERO DE ESFERAS	11	u
NUMERO DE REVOLUCIONES	500	REVOLUCIONES
DESGASTE	41,6	%

AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO 1/2"

METODO	8	UNIDAD
MASA INICIAL	4560	gr
MASA RETENIDA	3025	gr
NUMERO DE ESFERAS	11	u
NUMERO DE REVOLUCIONES	500	REVOLUCIONES
DESGASTE	33,66	%

Nota: Según la norma ASTM C131 para agregados gruesos el porcentaje debe ser <50%



REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Figura 21 – Resistencia a la abrasión

Elaborado por: Suárez, S (2019)

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS			
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019</p> <p>FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada</p>			
AGREGADO GRUESO - MASA UNITARIA			
PESO VOLUMETRICO SUELTO		PESO VOLUMETRICO VARILLADO	
VOLUMEN	0,013 cm3	VOLUMEN	0,013 m3
PVS + RECIPIENTE	21982 gr	PVV + RECIPIENTE	23862 gr
RECIPIENTE	7425 gr	RECIPIENTE	7425 gr
PESO	14557 gr	PESO	16437 gr
PVS	1119,77 Kg/m3	PVV	1264,38 Kg/m3
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 858 - 10</p>			
AGREGADO GRUESO - DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (DSSS)			
VOLUMEN DESALOJADO	850	cm3	
PSSS	2002	gr	
PESO DE CANASTILLA SUMERGIDA + MATERIAL	3716	gr	
PESO DE CANASTILLA SUMERGIDA	2564	gr	
W (CAN+MAT)-W(CAN. SUMERG)	1152	gr	
DSSS	2355	kg/m3	
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>			
AGREGADO GRUESO - PORCENTAJE DE ABSORCION			
PESO GRAVA SATURADA	773	gr	
PESO GRAVA SUELTA	755	gr	
% DE ABSORCION	2,38	%	
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>			
			
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>			

Figura 22: Propiedades del agregado grueso

Elaborado por: Suárez, S (2019)

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS		
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019</p> <p>FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada</p>		
AGREGADO FINO - MASA UNITARIA		
PESO VOLUMETRICO SUELTO		
VOLUMEN	0,002703	m3
PVS + RECIPIENTE	5116	gr
RECIPIENTE	1752	gr
PESO	3364	gr
PVS	1244	Kg/m3
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 858 - 10</p>		
AGREGADO FINO - DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (DSSS)		
PSSS	500	gr
LECTURA INICIAL	240	gr
LECTURA FINAL	485	gr
PESO DESALOJADO (L FINAL - L INICIAL)	245	gr
VOLUMEN DESALOJADO	255	cm3
DSSS	1960	kg/m3
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>		
AGREGADO FINO - PORCENTAJE DE ABSORCION		
PESO ARENA SATURADA	354	gr
PESO ARENA SUELTA	330	gr
% DE ABSORCION	7,27	%
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>		
		
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>		

Figura 23: Propiedades del agregado fino 1

Elaborado por: Suárez, S (2019)

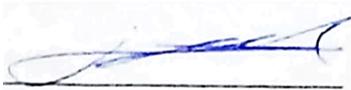
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS			
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019</p> <p>FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada</p>			
ARCILLA EXPANDIDA - MASA UNITARIA			
PESO VOLUMETRICICO SUELTO		PESO VOLUMETRICICO VARILLADO	
VOLUMEN	0,0128 m3	VOLUMEN	0,0128 m3
PVS + RECIPIENTE	12230 gr	PVV + RECIPIENTE	12532 gr
RECIPIENTE	7425 gr	RECIPIENTE	7425 gr
PESO	4805 gr	PESO	5107 gr
PVS	375,39 Kg/m3	PVV	398,98 Kg/m3
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 858 - 10</p>			
ARCILLA EXPANDIDA - DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (DSSS)			
VOLUMEN DESALOJADO	657	m3	
PSSS	500	gr	
PESO DE CANASTILLA SUMERGIDA + MATERIAL	7337	gr	
PESO DE CANASTILLA SUMERGIDA	7180	gr	
W (CAN+MAT)-W(CAN. SUMERG)	157	gr	
DSSS	761,04	Kg/cm3	
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>			
AGREGADO GRUESO - PORCENTAJE DE ABSORCION			
PESO GRAVA SATURADA	373	gr	
PESO GRAVA SUELTA	331	gr	
% DE ABSORCION	13%	%	
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>			
			
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>			

Figura 24: Propiedades de la arcilla expandida

Elaborado por: Suárez, S (2019)

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS																				
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019</p> <p>FUENTE DEL AGREGADO: Proporcionado por la interesada</p>																				
AGREGADO FINO - MASA UNITARIA																				
<p>PESO VOLUMETRICO SUELTO</p> <table border="1"> <tr> <td>VOLUMEN</td> <td>0,002701</td> <td>m3</td> </tr> <tr> <td>PVS + RECIPIENTE</td> <td>6395</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>RECIPIENTE</td> <td>1750</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO</td> <td>4645</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PVS</td> <td>1719,73</td> <td>Kg/cm3</td> </tr> </table>			VOLUMEN	0,002701	m3	PVS + RECIPIENTE	6395	gr	RECIPIENTE	1750	gr	PESO	4645	gr	PVS	1719,73	Kg/cm3			
VOLUMEN	0,002701	m3																		
PVS + RECIPIENTE	6395	gr																		
RECIPIENTE	1750	gr																		
PESO	4645	gr																		
PVS	1719,73	Kg/cm3																		
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 858 - 10</p>																				
AGREGADO FINO - DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (DSSS)																				
<table border="1"> <tr> <td>PSSS</td> <td>500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>LECTURA INICIAL</td> <td>574</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>LECTURA FINAL</td> <td>779</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DESALOJADO (L FINAL - L INICIAL)</td> <td>205</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN DESALOJADO</td> <td>295</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>DSSS</td> <td>1694,92</td> <td>Kg/m3</td> </tr> </table>			PSSS	500	gr	LECTURA INICIAL	574	gr	LECTURA FINAL	779	gr	PESO DESALOJADO (L FINAL - L INICIAL)	205	gr	VOLUMEN DESALOJADO	295	gr	DSSS	1694,92	Kg/m3
PSSS	500	gr																		
LECTURA INICIAL	574	gr																		
LECTURA FINAL	779	gr																		
PESO DESALOJADO (L FINAL - L INICIAL)	205	gr																		
VOLUMEN DESALOJADO	295	gr																		
DSSS	1694,92	Kg/m3																		
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>																				
AGREGADO FINO - PORCENTAJE DE ABSORCION																				
<table border="1"> <tr> <td>PESO ARENA SATURADA</td> <td>496,7</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO ARENA SUELTA</td> <td>467,8</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>% DE ABSORCION</td> <td>6,2%</td> <td>%</td> </tr> </table>			PESO ARENA SATURADA	496,7	gr	PESO ARENA SUELTA	467,8	gr	% DE ABSORCION	6,2%	%									
PESO ARENA SATURADA	496,7	gr																		
PESO ARENA SUELTA	467,8	gr																		
% DE ABSORCION	6,2%	%																		
<p>NOTA: Este ensayo sigue los procedimientos y especificaciones según la norma INEN NTE 857 - 10</p>																				
																				
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>																				

Figura 25: Propiedades del agregado fino 2

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (210 kg/cm ²)					
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019</p> <p>PROPORCION AGREGADO: GRUESO 40% - FINO 60%</p> <p>METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1</p>					
DATOS DE LABORATORIO					
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	UNIDAD	DENSIDADES	
D.S.S.S.	2355	1960	Kg/m ³	CEMENTO	2950 Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	Kg/m ³	AGUA	1000 Kg/m ³
P.V.V.	1264,38	MF	3,3	ARENA	1960 Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	%	PIEDRA	2355 Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA					
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.
8 cms		tamiz 1/2"		250	285 lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO					
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3
8 cms		0,6		285	450 kg
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	450	Kg			
	2950	Kg/m ³	=	0,153	m ³
PIEDRA	PVV * VAG				
	DSSS		=	0,255	m ³
AGUA	285	lts			
	1000		=	0,285	m ³
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,292	m ³
				1,000	M3
					
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 26: Diseño $f'c=210$ kg/cm³ con 40% agregado grueso y 60% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

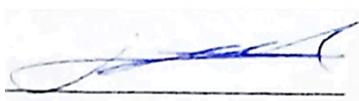
DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (210 kg/cm ²)					
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.					
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh					
FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019					
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 40% - FINO 60%					
METODO DE DISEÑO:		AGUA / CEMENTO		NORMA: ACI 211.1	
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
		PIEDRA	ARENA	TOTAL	
VOLUMEN		0,255	0,283	0,538	
VOLUMEN CORREGIDO		0,215	0,323	0,538	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,153	m ³	451 Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,215	m ³	507 Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,323	m ³	633 Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285 Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	451	/	50	kg	9 SACOS
CEMENTO	451	/	50	kg	9 SACOS
PIEDRA	507	/	9		56,14 Kg
ARENA	633	/	9		70,09 Kg
AGUA	285	/	9		31,57 LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032 m ³
PIEDRA	56,14	kg	1120	m ³	0,050 m ³
ARENA	70,09	kg	1244	m ³	0,056 m ³
AGUA	31,57	lts		m ³	31,572 lts
					
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 27 – Dosificación $f'c=210$ kg/cm³ con 40% agregado grueso y 60% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

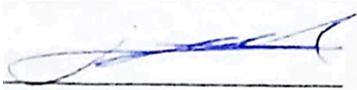
DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (210 kg/cm ²)						
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019</p> <p>PROPORCION AGREGADO: GRUESO 50% - FINO 50%</p> <p>METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1</p>						
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	UNIDAD	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	Kg/m ³	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	Kg/m ³	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38	MF	3,3	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	%	PIEDRA	2355	Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz 1/2"		250	285	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,6		285	450 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	450	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,153	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	285	lts				
	1000		=	0,285	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,292	m ³	
				1,000	M ³	
						
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 28 – Diseño $f'c=210$ kg/cm³ con 50% agregado grueso y 50% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (210 kg/cm ²)					
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019</p> <p>PROPORCION AGREGADO: GRUESO 50% - FINO 50%</p> <p>METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1</p>					
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
		PIEDRA	ARENA	TOTAL	
VOLUMEN		0,255	0,283	0,538	
VOLUMEN CORREGIDO		0,269	0,269	0,538	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,153	m ³	451 Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,269	m ³	633 Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,269	m ³	527 Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285 Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	451	/	50	kg	9 SACOS
CEMENTO	451	/	50	kg	9 SACOS
PIEDRA	633	/	9		70,18 Kg
ARENA	527	/	9		58,41 Kg
AGUA	285	/	9		31,57 LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032 m ³
PIEDRA	70,18	kg	1120	m ³	0,063 m ³
ARENA	58,41	kg	1244	m ³	0,047 m ³
AGUA	31,57	lts		m ³	31,572 lts
					
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>					

Figura 29: Dosificación $f'c=210$ kg/cm³ con 50% agregado grueso y 50% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (210 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 60% - FINO 40%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO			NORMA: ACI 211.1			
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	UNIDAD	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	Kg/m ³	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	Kg/m ³	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38	MF	3,3	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	%	PIEDRA	2355	Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz 1/2"		250	285	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,6		285	450 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	450	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,153	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	285 lts					
	1000		=	0,285	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,292	m ³	
				1,000	M ³	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 30: Diseño $f'c=210$ kg/cm³ con 60% agregado grueso y 40% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (210 kg/cm²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 60% - FINO 40%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI						
			PIEDRA	ARENA	TOTAL	
	VOLUMEN		0,255	0,283	0,538	
	VOLUMEN CORREGIDO		0,323	0,215	0,538	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,153	m ³	451	Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,323	m ³	760	Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,215	m ³	422	Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285	Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO						
COEFICIENTE	451	/	50	kg	9,03	SACOS
CEMENTO	451	/	50	kg	9	SACOS
PIEDRA	760	/	9		84,21	Kg
ARENA	422	/	9		46,73	Kg
AGUA	285	/	9		31,57	LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES						
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032	m ³
PIEDRA	84,21	kg	1120	m ³	0,075	m ³
ARENA	46,73	kg	1244	m ³	0,038	m ³
AGUA	31,57	lts		m ³	31,572	lts
						
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 31: Dosificación $f^c=210$ kg/cm³ con 60% agregado grueso y 40% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

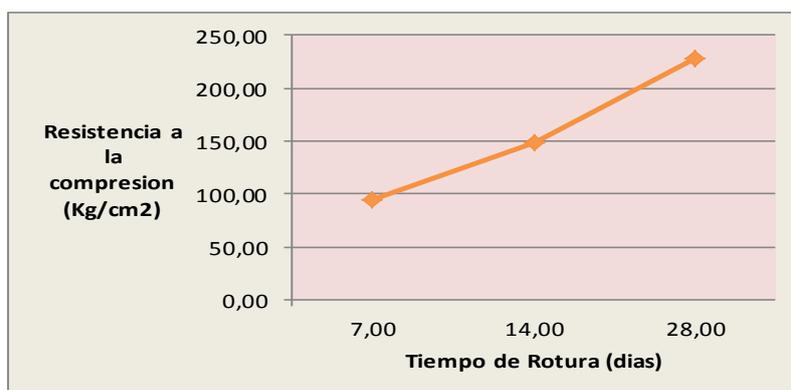
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: JUNIO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)
19-jun-19	26-jun-19	7	16960	176,715	95,97	95,11
19-jun-19	26-jun-19		16990	176,715	96,14	
19-jun-19	26-jun-19		16470	176,715	93,20	
19-jun-19	03-jul-19	14	26560	176,715	150,30	147,94
19-jun-19	03-jul-19		25680	176,715	145,32	
19-jun-19	03-jul-19		26190	176,715	148,20	
19-jun-19	17-jul-19	28	38650	176,715	218,71	227,22
19-jun-19	17-jul-19		39920	176,715	225,90	
19-jun-19	17-jul-19		41890	176,715	237,05	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 60% del agregado grueso y 40% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 14: Ensayo de Rotura de Hormigón Tradicional 1era dosificación $f'c=210$ Kg/cm2

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

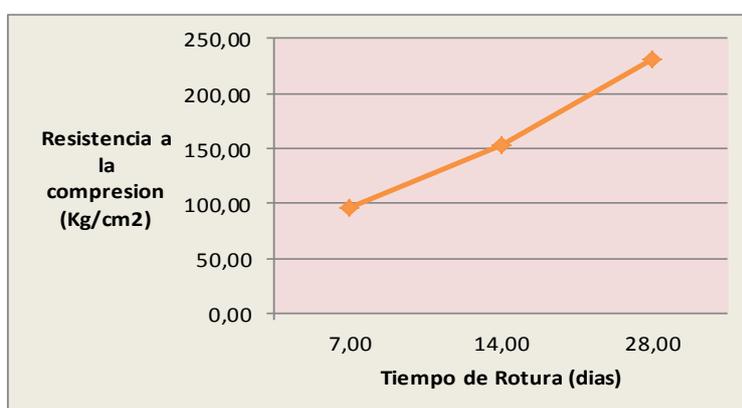
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: JUNIO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (kg)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
20-jun-19	27-jun-19	7	16990	176,715	96,14	96,48
20-jun-19	27-jun-19		17290	176,715	97,84	
20-jun-19	27-jun-19		16870	176,715	95,46	
20-jun-19	04-jul-19	14	26980	176,715	152,68	152,66
20-jun-19	04-jul-19		26760	176,715	151,43	
20-jun-19	04-jul-19		27190	176,715	153,86	
20-jun-19	18-jul-19	28	40230	176,715	227,65	230,30
20-jun-19	18-jul-19		39970	176,715	226,18	
20-jun-19	18-jul-19		41890	176,715	237,05	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 50% del agregado grueso y 50% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 15: Ensayo de Rotura de Hormigón Tradicional 2da dosificación $f^c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

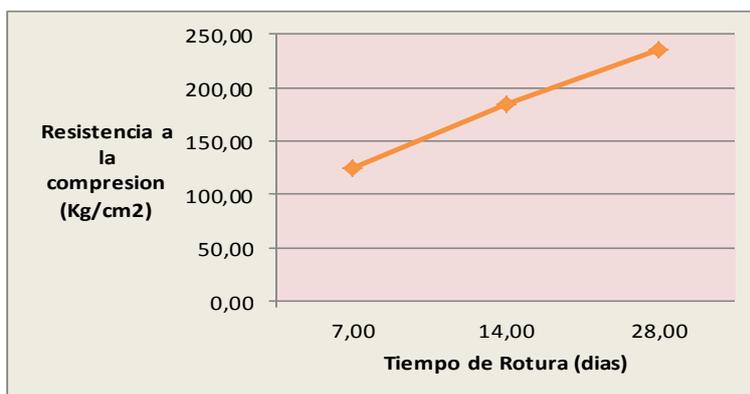
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: JUNIO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (KG)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
21-jun-19	28-jun-19	7	21054	176,715	119,14	124,02
21-jun-19	28-jun-19		22799	176,715	129,02	
21-jun-19	28-jun-19		21898	176,715	123,92	
21-jun-19	05-jul-19	14	30481	176,715	172,49	183,79
21-jun-19	05-jul-19		32764	176,715	185,41	
21-jun-19	05-jul-19		34190	176,715	193,48	
21-jun-19	19-jul-19	28	41837	176,715	236,75	235,26
21-jun-19	19-jul-19		40996	176,715	231,99	
21-jun-19	19-jul-19		41890	176,715	237,05	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 40% del agregado grueso y 60% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 16: Ensayo de Rotura de Hormigón Tradicional 3era dosificación $f'c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (240 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 60% - FINO 40%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO			NORMA: ACI 211.1			
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	UNIDAD	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	Kg/m ³	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	Kg/m ³	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38	MF	3,3	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	%	PIEDRA	2355	Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz 1/2"		249	274	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,55		274	498 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	498	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,169	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	274	lts				
	1000		=	0,274	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,287	m ³	
				1,000	M ³	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 32 – Diseño $f'c=240$ kg/cm³ con 60% agregado grueso y 40% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

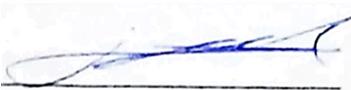
DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (240 kg/cm ²)					
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.					
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh					
FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019					
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 60% - FINO 40%					
METODO DE DISEÑO:		AGUA / CEMENTO		NORMA: ACI 211.1	
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
		PIEDRA	ARENA	TOTAL	
VOLUMEN		0,255	0,287	0,542	
VOLUMEN CORREGIDO		0,325	0,217	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,169	m ³	499 Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,325	m ³	766 Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,217	m ³	425 Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,274	m ³	274 Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	499	/	50	kg	9,97 SACOS
CEMENTO	499	/	50	kg	10 SACOS
PIEDRA	766	/	9,97		76,81 Kg
ARENA	425	/	9,97		42,62 Kg
AGUA	274	/	9,97		27,48 LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032 m ³
PIEDRA	76,81	kg	1120	m ³	0,069 m ³
ARENA	42,62	kg	1244	m ³	0,034 m ³
AGUA	27,48	lts		m ³	27,480 lts
					
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 33 – Dosificación $f'c=240$ kg/cm³ con 60% agregado grueso y 40% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (240 kg/cm ²)					
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019</p> <p>PROPORCION AGREGADO: GRUESO 50% - FINO 50%</p> <p>METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1</p>					
DATOS DE LABORATORIO					
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	UNIDAD	DENSIDADES	
D.S.S.S.	2355	1960	Kg/m ³	CEMENTO	2950 Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	Kg/m ³	AGUA	1000 Kg/m ³
P.V.V.	1264,38	MF	3,3	ARENA	1960 Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	%	PIEDRA	2355 Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA					
REVENIMIENTO	TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms	tamiz	1/2"	249	274	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO					
REVENIMIENTO	RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms	0,55		274	498 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	498	Kg			
	2950	Kg/m ³	=	0,169	m ³
PIEDRA	PVV * VAG				
	DSSS		=	0,255	m ³
AGUA	274	lts			
	1000		=	0,274	m ³
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,287	m ³
				1,000	M ³
					
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 34: Diseño $f'c=240$ kg/cm³ con 50% agregado grueso y 50% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (240 kg/cm²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 50% - FINO 50%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI						
		PIEDRA	ARENA	TOTAL		
VOLUMEN		0,255	0,287	0,542		
VOLUMEN CORREGIDO		0,271	0,271	0,542		
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,169	m ³	499	Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,271	m ³	638	Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,271	m ³	531	Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,274	m ³	274	Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO						
COEFICIENTE	499	/	50	kg	9,97	SACOS
CEMENTO	499	/	50	kg	10	SACOS
PIEDRA	638	/	9,97		64,01	Kg
ARENA	531	/	9,97		53,27	Kg
AGUA	274	/	9,97		27,48	LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES						
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032	m ³
PIEDRA	64,01	kg	1120	m ³	0,057	m ³
ARENA	53,27	kg	1244	m ³	0,043	m ³
AGUA	27,48	lts			27,480	lts
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 35: Dosificación $f'c=240$ kg/cm³ con 50% agregado grueso y 50% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (240 kg/cm ²)						
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019</p> <p>PROPORCION AGREGADO: GRUESO 40% - FINO 60%</p> <p>METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1</p>						
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	UNIDAD	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	Kg/m ³	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	Kg/m ³	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38	MF	3,3	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	%	PIEDRA	2355	Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz 1/2"		249	274	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,55		274	498 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	498	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,169	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	274	lts				
	1000		=	0,274	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,287	m ³	
				1,000	M ³	
						
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 36 – Diseño $f'c=240$ kg/cm³ con 40% agregado grueso y 60% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON TRADICIONAL (240 kg/cm ²)						
<p>TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.</p> <p>PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh</p> <p>FECHA DE ENSAYO: MAYO 2019</p> <p>PROPORCION AGREGADO: GRUESO 40% - FINO 60%</p> <p>METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1</p>						
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI						
		PIEDRA	ARENA	TOTAL		
VOLUMEN		0,255	0,287	0,542		
VOLUMEN CORREGIDO		0,217	0,325	0,542		
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,169	m ³	499	Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,217	m ³	511	Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,325	m ³	637	Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,274	m ³	274	Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO						
COEFICIENTE	499	/	50	kg	9,97	SACOS
CEMENTO	499	/	50	kg	10	SACOS
PIEDRA	511	/	9,97		51,20	Kg
ARENA	637	/	9,97		63,92	Kg
AGUA	274	/	9,97		27,48	LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES						
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032	m ³
PIEDRA	51,20	kg	1120	m ³	0,046	m ³
ARENA	63,92	kg	1244	m ³	0,051	m ³
AGUA	27,48	lts			27,480	lts
						
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 37: Dosificación $f'c=240$ kg/cm³ con 40% agregado grueso y 60% agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

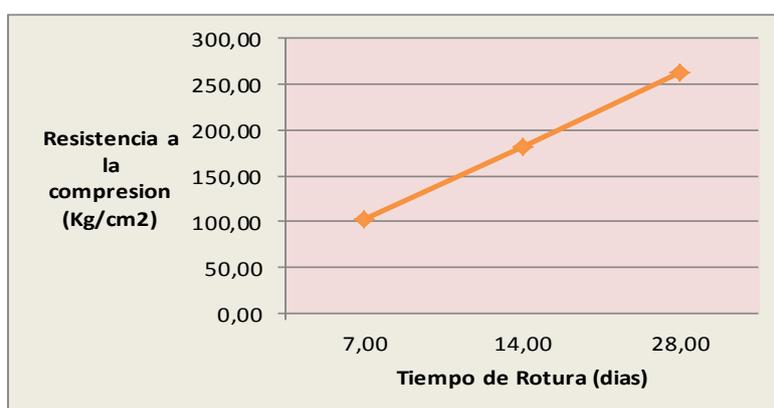
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: JUNIO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
19-jun-19	26-jun-19	7	17990	176,715	101,80	102,90
19-jun-19	26-jun-19		18090	176,715	102,37	
19-jun-19	26-jun-19		18470	176,715	104,52	
19-jun-19	03-jul-19	14	32450	176,715	183,63	181,46
19-jun-19	03-jul-19		32080	176,715	181,54	
19-jun-19	03-jul-19		31670	176,715	179,22	
19-jun-19	17-jul-19	28	49786	176,715	281,73	263,32
19-jun-19	17-jul-19		46920	176,715	265,51	
19-jun-19	17-jul-19		42890	176,715	242,71	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 60% del agregado grueso y 40% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 17: Ensayo de Rotura de Hormigón Tradicional 1era dosificación $f'c=240$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

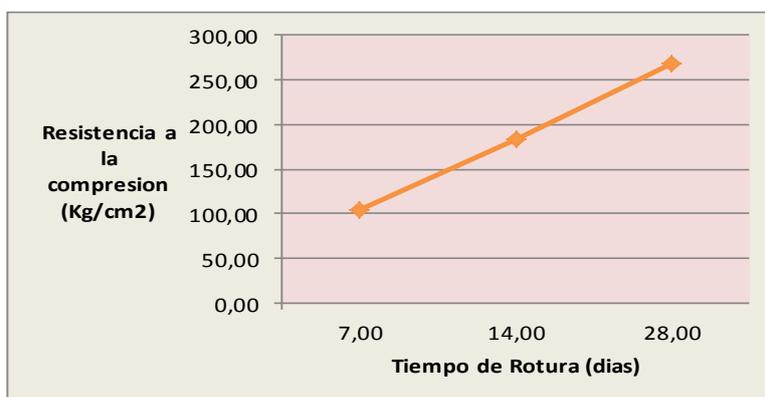
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: JUNIO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)
20-jun-19	27-jun-19	7	18390	176,715	104,07	104,41
20-jun-19	27-jun-19		18590	176,715	105,20	
20-jun-19	27-jun-19		18370	176,715	103,95	
20-jun-19	04-jul-19	14	32950	176,715	186,46	184,29
20-jun-19	04-jul-19		32080	176,715	181,54	
20-jun-19	04-jul-19		32670	176,715	184,87	
20-jun-19	18-jul-19	28	45786	176,715	259,10	268,98
20-jun-19	18-jul-19		48920	176,715	276,83	
20-jun-19	18-jul-19		47890	176,715	271,00	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 50% del agregado grueso y 50% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 18: Ensayo de Rotura de Hormigón Tradicional 2da dosificación $f'c=240$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

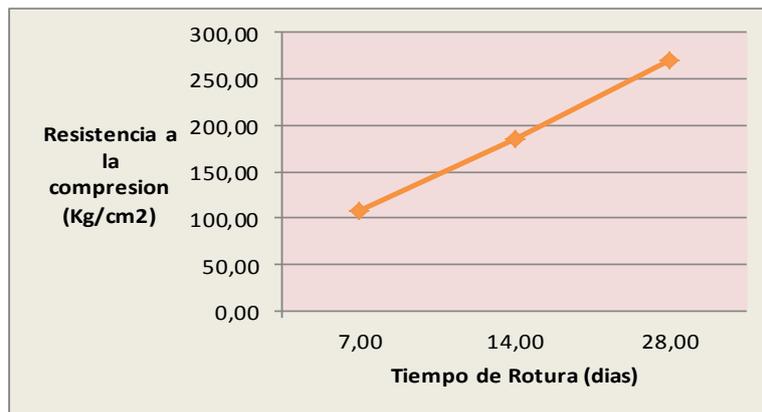
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: JUNIO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)
21-jun-19	28-jun-19	7	18830	176,715	106,56	107,31
21-jun-19	28-jun-19		18690	176,715	105,76	
21-jun-19	28-jun-19		19370	176,715	109,61	
21-jun-19	05-jul-19	14	32976	176,715	186,61	185,54
21-jun-19	05-jul-19		32689	176,715	184,98	
21-jun-19	05-jul-19		32698	176,715	185,03	
21-jun-19	19-jul-19	28	46894	176,715	265,37	269,42
21-jun-19	19-jul-19		48045	176,715	271,88	
21-jun-19	19-jul-19		47892	176,715	271,01	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 40% del agregado grueso y 60% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 19: Ensayo de Rotura de Hormigón Tradicional 3era dosificación $f'c=240$ Kg/cm2

Elaborado por: Suárez, S (2019)

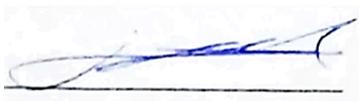
DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (210 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 10% - FINO 60% - ARLITA 30%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARLITA	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	761,04	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	375,39	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38		398,98	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	13%	PIEDRA	2355	Kg/m ³
				ARLITA	761	Kg/m ³
	M.F		3,3			
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz	1/2"	250	285	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,6		285	450 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	450	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,153	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	285	lts				
	1000		=	0,285	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,292	m ³	
				1,000	M ³	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 38: Diseño ligero $f'c=210 \text{ kg/cm}^3$ con 10% AG, 60% AF y 30% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (210 kg/cm ²)					
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.					
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh					
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019					
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 10% - FINO 60% - ARLITA 30%					
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1					
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
		PIEDRA	ARENA	TOTAL	
VOLUMEN		0,255	0,287	0,542	
VOLUMEN CORREGIDO		0,217	0,325	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,153	m ³	450 Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,054	m ³	128 Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,325	m ³	637 Kg
ARLITA	761	Kg/m ³	0,163	m ³	124 Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285 Kg
					1624 Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	450	/	50	kg	9,00 SACOS
CEMENTO	450	/	50	kg	9 SACOS
PIEDRA	128	/	9,00		14,18 Kg
ARLITA	124	/	9,00		13,75 Kg
ARENA	637	/	9,00		70,82 Kg
AGUA	285	/	9,00		31,67 LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032 m ³
PIEDRA	14,18	kg	1120	m ³	0,013 m ³
ARENA	70,82	kg	1244	m ³	0,057 m ³
ARLITA	13,75	kg	375	m ³	0,037 m ³
AGUA	31,67	lts			31,667 lts
					
REVISADO POR:					
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 39 – Dosificación ligero $f'c=210$ kg/cm³ con 10% AG, 60% AF y 30% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (210 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 20% - FINO 60% - ARLITA 20%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARLITA	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	761,04	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	374	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38		396	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	13,08	PIEDRA	2355	Kg/m ³
				ARLITA	761	Kg/m ³
		M.F	3,3			
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz	1/2"	250	285	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,6		285	450 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	450	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,153	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	285	lts				
	1000		=	0,285	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,292	m ³	
				1,000	M3	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 40: Diseño ligero $f'c=210$ kg/cm³ con 20% AG, 60% AF y 20% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGRON LIGERO (210 kg/cm ²)					
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.					
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh					
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019					
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 10% - FINO 60% - ARLITA 30%					
METODO DE DISEÑO:		AGUA / CEMENTO		NORMA: ACI 211.1	
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
		PIEDRA	ARENA	TOTAL	
VOLUMEN		0,255	0,287	0,542	
VOLUMEN CORREGIDO		0,217	0,325	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,153	m ³	450 Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,108	m ³	255 Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,325	m ³	637 Kg
ARLITA	761	Kg/m ³	0,108	m ³	82 Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285 Kg
					1710 Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	450	/	50	kg	9,00 SACOS
CEMENTO	450	/	50	kg	9 SACOS
PIEDRA	255	/	9,00		28,36 Kg
ARLITA	82	/	9,00		9,17 Kg
ARENA	637	/	9,00		70,82 Kg
AGUA	285	/	9,00		31,67 LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032 m ³
PIEDRA	28,36	kg	1120	m ³	0,025 m ³
ARENA	70,82	kg	1244	m ³	0,057 m ³
ARLITA	9,17	kg	375	m ³	0,024 M ³
AGUA	31,67	lts			31,667 lts
					
REVISADO POR:					
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 41: Dosificación ligero $f'c=210$ kg/cm³ con 20% AG, 60% AF y 20% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (210 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 30% - FINO 60% - ARLITA 10%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARLITA	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	761,04	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	374	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38		396	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	13,08	PIEDRA	2355	Kg/m ³
				ARLITA	761	Kg/m ³
	M.F		3,3			
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO	TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.		
8 cms	tamiz	1/2"	250	285	lts	
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO	RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3		
8 cms	0,6		285	450 kg		
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	450	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,153	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	285	lts				
	1000		=	0,285	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,292	m ³	
				1,000	M ³	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 42: Diseño ligero $f'c=210$ kg/cm³ con 30% AG, 60% AF y 10% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGRON LIGERO (210 kg/cm²)					
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.					
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh					
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019					
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 10% - FINO 60% - ARLITA 30%					
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1					
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
		PIEDRA	ARENA	TOTAL	
VOLUMEN		0,255	0,287	0,542	
VOLUMEN CORREGIDO		0,217	0,325	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,153	m ³	450 Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,108	m ³	255 Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,325	m ³	637 Kg
ARLITA	761	Kg/m ³	0,108	m ³	82 Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285 Kg
					1710 Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	450	/	50	kg	9,00 SACOS
CEMENTO	450	/	50	kg	9 SACOS
PIEDRA	255	/	9,00		28,36 Kg
ARLITA	82	/	9,00		9,17 Kg
ARENA	637	/	9,00		70,82 Kg
AGUA	285	/	9,00		31,67 LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032 m ³
PIEDRA	28,36	kg	1120	m ³	0,025 m ³
ARENA	70,82	kg	1244	m ³	0,057 m ³
ARLITA	9,17	kg	375	m ³	0,024 M ³
AGUA	31,67	lts			31,667 lts
					
REVISADO POR:					
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 43: dosificación ligero $f'c=210$ kg/cm³ con 30% AG, 60% AF y 10% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

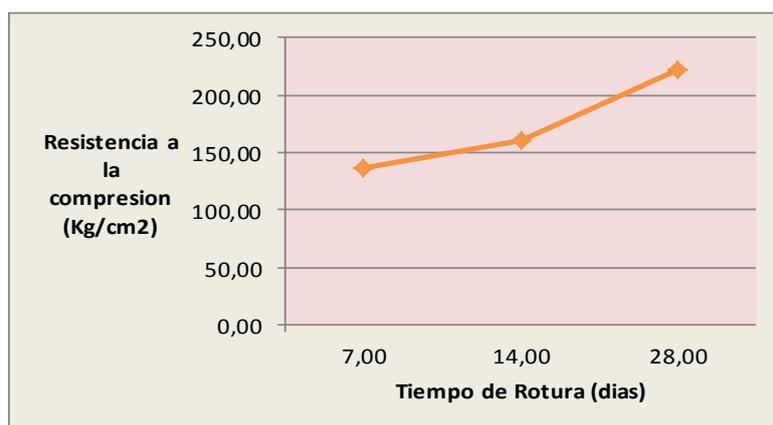
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: abr-19

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)
11-abr-19	18-abr-19	7	24956	176,715	141,22	136,61
11-abr-19	18-abr-19		24109	176,715	136,43	
11-abr-19	18-abr-19		23356	176,715	132,17	
11-abr-19	25-abr-19	14	28877	176,715	163,41	161,17
11-abr-19	25-abr-19		27658	176,715	156,51	
11-abr-19	25-abr-19		28908	176,715	163,59	
11-abr-19	09-may-19	28	38688	176,715	218,93	221,56
11-abr-19	09-may-19		38865	176,715	219,93	
11-abr-19	09-may-19		39908	176,715	225,83	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 60% del agregado fino, 10% de arcilla expandida y 30% agregado grueso

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 20: Ensayo de Rotura de Hormigón Ligero 4ta dosificación $f'c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

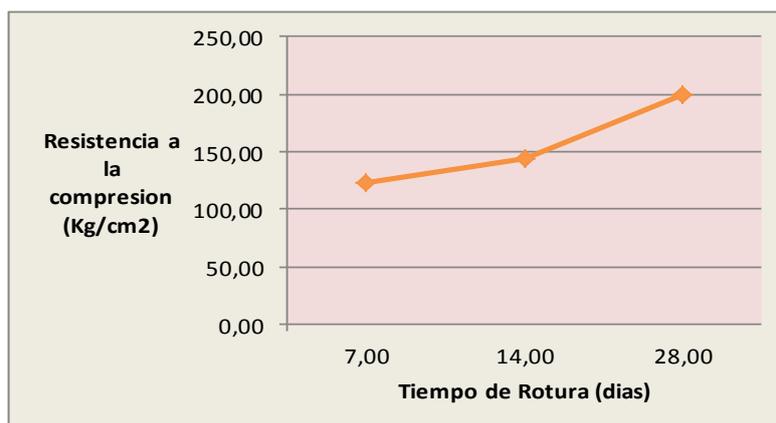
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: abr-19

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
11-abr-19	18-abr-19	7	22956	176,715	129,90	123,40
11-abr-19	18-abr-19		21109	176,715	119,45	
11-abr-19	18-abr-19		21356	176,715	120,85	
11-abr-19	25-abr-19	14	24877	176,715	140,77	144,38
11-abr-19	25-abr-19		26658	176,715	150,85	
11-abr-19	25-abr-19		25008	176,715	141,52	
11-abr-19	09-may-19	28	30688	176,715	173,66	198,93
11-abr-19	09-may-19		37865	176,715	214,27	
11-abr-19	09-may-19		36908	176,715	208,86	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 60% del agregado fino, 20% de arcilla expandida y 20% agregado grueso

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 21: Ensayo de Rotura de Hormigón Ligero 5ta dosificación $f^c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

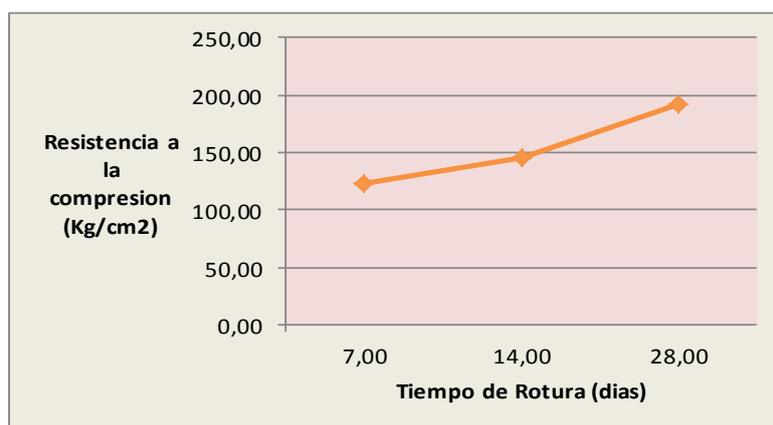
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
12-abr-19	19-abr-19	7	19837	176,715	112,25	122,91
12-abr-19	19-abr-19		21938	176,715	124,14	
12-abr-19	19-abr-19		23387	176,715	132,34	
12-abr-19	26-abr-19	14	25573	176,715	144,71	145,09
12-abr-19	26-abr-19		25674	176,715	145,28	
12-abr-19	26-abr-19		25673	176,715	145,28	
12-abr-19	10-may-19	28	32827	176,715	185,76	191,60
12-abr-19	10-may-19		35763	176,715	202,38	
12-abr-19	10-may-19		32987	176,715	186,67	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 60% del agregado fino, 30% de arcilla expandida y 10% agregado grueso

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 22: Ensayo de Rotura de Hormigón Ligero 6ta dosificación $f'_c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (240 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 10% - FINO 60% - ARLITA 30%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARLITA	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	761,04	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	374	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38		396	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	13,08	PIEDRA	2355	Kg/m ³
				ARLITA	761	Kg/m ³
		M.F	3,3			
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz	1/2"	249	274	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,55		274	498 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	498	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,169	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	274	lts				
	1000		=	0,274	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,287	m ³	
				1,000	M3	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 44: Diseño ligero $f'c=240$ kg/cm³ con 10% AG, 60% AF y 30% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (240 kg/cm²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 10% - FINO 60% - ARLITA 30%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI						
			PIEDRA	ARENA	TOTAL	
	VOLUMEN		0,255	0,287	0,542	
	VOLUMEN CORREGIDO		0,217	0,325	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,169	m ³	498	Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,054	m ³	128	Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,325	m ³	637	Kg
ARLITA	761	Kg/m ³	0,163	m ³	124	Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285	Kg
					1672	Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO						
COEFICIENTE	498	/	50	kg	10,00	SACOS
CEMENTO	498	/	50	kg	10	SACOS
PIEDRA	128	/	10,00		12,76	Kg
ARLITA	124	/	10,00		12,37	Kg
ARENA	637	/	10,00		63,74	Kg
AGUA	285	/	10,00		28,50	LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES						
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032	m ³
PIEDRA	12,76	kg	1120	m ³	0,011	m ³
ARENA	63,74	kg	1244	m ³	0,051	m ³
ARLITA	12,37	kg	375	m ³	0,033	m ³
AGUA	28,50	lts			28,500	lts
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 45: Dosificación ligero $f^c=240$ kg/cm³ con 10% AG, 60% AF y 30% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (240 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 20% - FINO 60% - ARLITA 20%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO			NORMA: ACI 211.1			
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARLITA	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	761,04	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	374	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38		396	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	13,08	PIEDRA	2355	Kg/m ³
				ARLITA	761	Kg/m ³
		M.F	3,3			
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz	1/2"	249	274	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,55		274	498 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	498	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,169	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	274	lts				
	1000		=	0,274	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,287	m ³	
				1,000	M3	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 46: Diseño ligero $f'c=240$ kg/cm³ con 20% AG, 60% AF y 20% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (240 kg/cm²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 20% - FINO 60% - ARLITA 20%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI						
			PIEDRA	ARENA	TOTAL	
	VOLUMEN		0,255	0,287	0,542	
	VOLUMEN CORREGIDO		0,217	0,325	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,169	m ³	498	Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,108	m ³	255	Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,325	m ³	637	Kg
ARLITA	761	Kg/m ³	0,108	m ³	82	Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285	Kg
					1758	Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO						
COEFICIENTE	498	/	50	kg	10,00	SACOS
CEMENTO	498	/	50	kg	10	SACOS
PIEDRA	255	/	10,00		25,53	Kg
ARLITA	82	/	10,00		8,25	Kg
ARENA	637	/	10,00		63,74	Kg
AGUA	285	/	10,00		28,50	LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES						
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032	m ³
PIEDRA	25,53	kg	1120	m ³	0,023	m ³
ARENA	63,74	kg	1244	m ³	0,051	m ³
ARLITA	8,25	kg	375	m ³	0,022	m ³
AGUA	28,50	lts			28,500	lts
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 47: Dosificación ligero $f'c=240$ kg/cm³ con 20% AG, 60% AF y 20% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (240 kg/cm ²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 30% - FINO 60% - ARLITA 10%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
DATOS DE LABORATORIO						
	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	ARLITA	DENSIDADES		
D.S.S.S.	2355	1960	761,04	CEMENTO	2950	Kg/m ³
P.V.S.	1119,77	1244	374	AGUA	1000	Kg/m ³
P.V.V.	1264,38		396	ARENA	1960	Kg/m ³
% ABSORCION	2,38	7,27	13,08	PIEDRA	2355	Kg/m ³
				ARLITA	761	Kg/m ³
		M.F	3,3			
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA						
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms		tamiz	1/2"	249	274	lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO						
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms		0,55		274	498 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	498	Kg				
	2950	Kg/m ³	=	0,169	m ³	
PIEDRA	PVV * VAG					
	DSSS		=	0,255	m ³	
AGUA	274	lts				
	1000		=	0,274	m ³	
AIRE	1,5%		=	0,015	m ³	
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)		=	0,287	m ³	
				1,000	M ³	
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 48: Diseño ligero $f'c=240$ kg/cm³ con 30% AG, 60% AF y 10% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

DISEÑO DE HORMIGON LIGERO (240 kg/cm²)						
TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.						
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh						
FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019						
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 30% - FINO 60% - ARLITA 10%						
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO NORMA: ACI 211.1						
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI						
		PIEDRA	ARENA	TOTAL		
VOLUMEN		0,255	0,287	0,542		
VOLUMEN CORREGIDO		0,217	0,325	0,542		
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón						
CEMENTO	2950	Kg/m ³	0,169	m ³	498	Kg
PIEDRA	2355	Kg/m ³	0,163	m ³	383	Kg
ARENA	1960	Kg/m ³	0,325	m ³	637	Kg
ARLITA	761,04	Kg/m ³	0,054	m ³	41	Kg
AGUA	1000	Kg/m ³	0,285	m ³	285	Kg
					1845	Kg
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO						
COEFICIENTE	498	/	50	kg	10,00	SACOS
CEMENTO	498	/	50	kg	10	SACOS
PIEDRA	383	/	10,00		38,29	Kg
ARLITA	41	/	10,00		4,12	Kg
ARENA	637	/	10,00		63,74	Kg
AGUA	285	/	10,00		28,50	LTS
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES						
CEMENTO	0,40	0,40	0,20		0,032	m ³
PIEDRA	38,29	kg	1120	m ³	0,034	m ³
ARENA	63,74	kg	1244	m ³	0,051	m ³
ARLITA	4,12	kg	375	m ³	0,011	m ³
AGUA	28,50	lts			28,500	lts
						
REVISADO POR:						
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO						

Figura 49 – Diseño ligero $f'c=240$ kg/cm³ con 30% AG, 60% AF y 10% Arlita

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

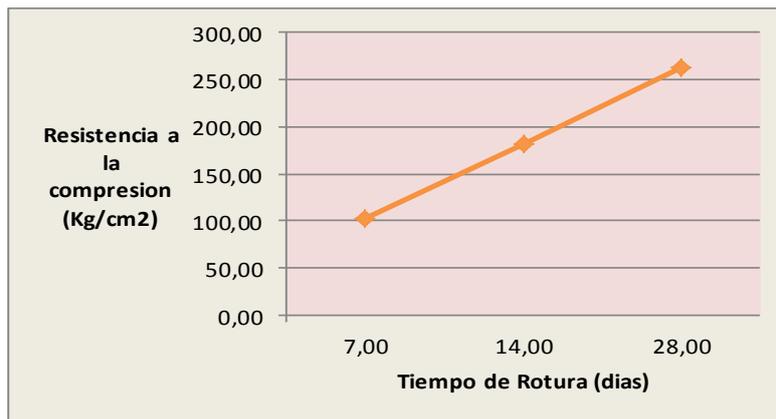
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)
01-abr-19	08-abr-19	7	17990	176,715	101,80	102,90
01-abr-19	08-abr-19		18090	176,715	102,37	
01-abr-19	08-abr-19		18470	176,715	104,52	
01-abr-19	15-abr-19	14	32450	176,715	183,63	181,46
01-abr-19	15-abr-19		32080	176,715	181,54	
01-abr-19	15-abr-19		31670	176,715	179,22	
01-abr-19	29-abr-19	28	49786	176,715	281,73	263,32
01-abr-19	29-abr-19		46920	176,715	265,51	
01-abr-19	29-abr-19		42890	176,715	242,71	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 60% del agregado fino, 10% de arcilla expandida y 30% agregado grueso

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 23 – Ensayo de Rotura de Hormigón Ligero 4ta dosificación $f'c=240$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

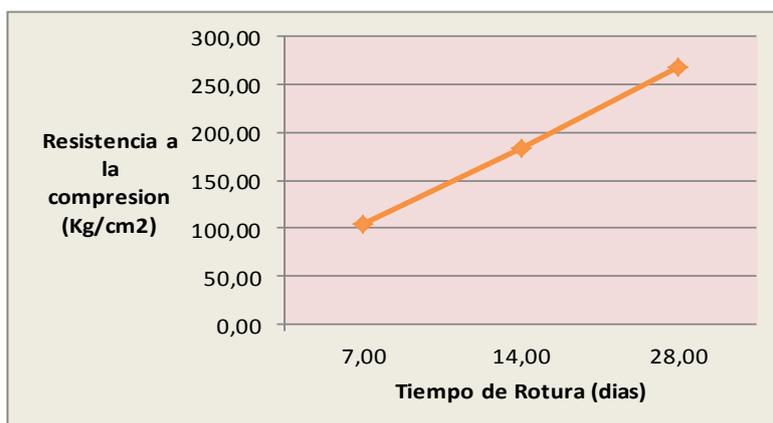
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
03-abr-19	10-abr-19	7	18390	176,715	104,07	104,41
03-abr-19	10-abr-19		18590	176,715	105,20	
03-abr-19	10-abr-19		18370	176,715	103,95	
03-abr-19	17-abr-19	14	32950	176,715	186,46	184,29
03-abr-19	17-abr-19		32080	176,715	181,54	
03-abr-19	17-abr-19		32670	176,715	184,87	
03-abr-19	01-may-19	28	45786	176,715	259,10	268,98
03-abr-19	01-may-19		48920	176,715	276,83	
03-abr-19	01-may-19		47890	176,715	271,00	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 60% del agregado fino, 20% de arcilla expandida y 20% agregado grueso

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 24 : Ensayo de Rotura de Hormigón Ligero 5ta dosificación $f'c=240$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

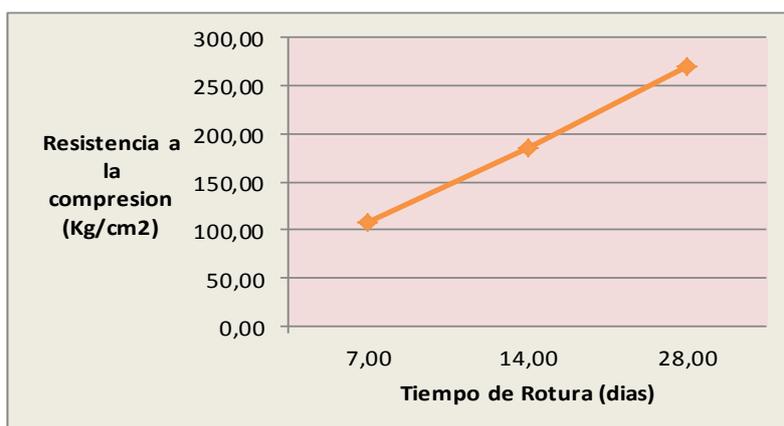
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: ABRIL 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
01-abr-19	08-abr-19	7	18830	176,715	106,56	107,31
01-abr-19	08-abr-19		18690	176,715	105,76	
01-abr-19	08-abr-19		19370	176,715	109,61	
01-abr-19	15-abr-19	14	32976	176,715	186,61	185,54
01-abr-19	15-abr-19		32689	176,715	184,98	
01-abr-19	15-abr-19		32698	176,715	185,03	
01-abr-19	29-abr-19	28	46894	176,715	265,37	269,42
01-abr-19	29-abr-19		48045	176,715	271,88	
01-abr-19	29-abr-19		47892	176,715	271,01	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 60% del agregado fino, 10% de arcilla expandida y 30% agregado grueso

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 25: Ensayo de Rotura de Hormigón Ligero 6ta dosificación $f'c=240$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh					
FECHA DE ENSAYO: FEBRERO 2019					
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 40% - FINO 60%				HOLCIM GU	
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO		NORMA: ACI 211.1			
DATOS DE LABORATORIO					
	AGREGADO	AGREGADO	UNIDAD	DENSIDADES	
D.S.S.S.	761,04	1694,92	Kg/m ³	CEMENTO	2950 Kg/m ³
P.V.S.	375,39	1719,73	Kg/m ³	AGUA	1000 Kg/m ³
P.V.V.	398,98	MF 3,3		ARENA	1695 Kg/m ³
% ABSORCION	13%	0,06177854	%	ARLITA	761 Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA					
REVENIMIENTO	TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.	
8 cms	tamiz	1/2"	240	286 lts	
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO					
REVENIMIENTO	RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3	
8 cms	0,6		285	450 kg	
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	450 Kg			0,153	m ³
	2950 Kg/m ³	=			
ARLITA	PVV * VAG			0,259	m ³
	DSSS	=			
AGUA	286 lts			0,286	m ³
	1000	=			
AIRE	1,5%			0,015	m ³
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)			0,288	m ³
				1,000	M3
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
	ARLITA		ARENA	TOTAL	
VOLUMEN	0,259		0,283	0,542	
VOLUMEN CORREGIDO	0,217		0,325	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950 Kg/m ³	0,153	m ³	450 Kg	
ARLITA	761 Kg/m ³	0,217	m ³	165 Kg	
ARENA	1695 Kg/m ³	0,325	m ³	551 Kg	
AGUA	1000 Kg/m ³	0,286	m ³	286 Kg	
PLASTIFICANTE	2% de la cantidad de cemento			9 lts	
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	450 /	50	kg	9,00 SACOS	
CEMENTO	450 /	50	kg	9 SACOS	
ARLITA	165 /	9		18,32 Kg	
ARENA	551 /	9		61,20 Kg	
AGUA	286 /	9		31,78 lts	
PLASTIFICANTE	9 /	8,50		1,06 lts	
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20	0,032 m ³	
PIEDRA	18,32 kg		375	0,049 m ³	
ARENA	61,20 kg		1720	0,036 m ³	
AGUA	31,78 lts			31,78 lts	
PLASTIFICANTE				1,06 lts	
					
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 50: Diseño ligero $f'c=210$ kg/cm³ con 40% grueso y 60% del agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh					
FECHA DE ENSAYO: FEBRERO 2019					
PROPORCION AGREGADO: GRUESO 60% - FINO 40%				HOLCIM GU	
METODO DE DISEÑO: AGUA / CEMENTO				NORMA: ACI 211.1	
DATOS DE LABORATORIO					
	AGREGADO	AGREGADO	UNIDAD	DENSIDADES	
D.S.S.S.	761,04	1694,92	Kg/m ³	CEMENTO	2950 Kg/m ³
P.V.S.	375,39	1719,73	Kg/m ³	AGUA	1000 Kg/m ³
P.V.V.	398,98	MF	3,3	ARENA	1695 Kg/m ³
% ABSORCION	13%	0,06177854	%	ARLITA	761 Kg/m ³
CALCULO DE CANTIDAD DE AGUA					
REVENIMIENTO		TAMAÑO AGREGADO		VOLUMEN	VOL. CORREG.
8 cms		tamiz 1/2"		240	286 lts
CALCULO DE CANTIDAD DE CEMENTO					
REVENIMIENTO		RELACION A/C		VOL. AGUA	CEMENTO POR M3
8 cms		0,6		285	450 kg
CALCULO DE AGREGADOS POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	450 Kg			0,153	m ³
	2950 Kg/m ³	=			
ARLITA	PVV * VAG			0,259	m ³
	DSSS	=			
AGUA	286 lts			0,286	m ³
	1000	=			
AIRE	1,5%	=		0,015	m ³
ARENA	1-(v.c+v.p+v.a+vai)	=		0,288	m ³
				1,000	M3
CORRECCION DE VOLUMEN SEGÚN EL ACI					
	ARLITA		ARENA	TOTAL	
VOLUMEN	0,259		0,283	0,542	
VOLUMEN CORREGIDO	0,325		0,217	0,542	
PESO EN KG POR M3 DE Hormigón					
CEMENTO	2950 Kg/m ³	0,153	m ³	450	Kg
ARLITA	761 Kg/m ³	0,542	m ³	412	Kg
ARENA	1695 Kg/m ³	0,217	m ³	367	Kg
AGUA	1000 Kg/m ³	0,286	m ³	286	Kg
PLASTIFICANTE	2% de la cantidad de cemento			9 lts	
CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO					
COEFICIENTE	450 /	50	kg	9,00	SACOS
CEMENTO	450 /	50	kg	9	SACOS
ARLITA	412 /	9		45,80	Kg
ARENA	367 /	9		40,80	Kg
AGUA	286 /	9		31,78	lts
PLASTIFICANTE	9 /	8,50		1,06	lts
VOLUMEN POR M3 DE LOS MATERIALES					
CEMENTO	0,40	0,40	0,20	0,032	m ³
PIEDRA	45,80 kg		375	0,122	m ³
ARENA	40,80 kg		1720	0,024	m ³
AGUA	31,78 lts			31,78	lts
PLASTIFICANTE				1,06	lts
					
REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO					

Figura 51: Diseño ligero $f'c=210$ kg/cm³ con 60% grueso y 40% del agregado fino

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

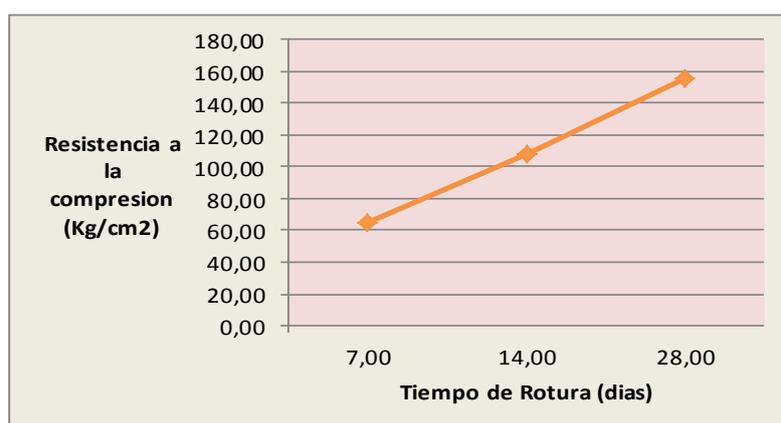
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: FEBRERO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm ²)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
02-feb-19	09-feb-19	7	12728	176,715	72,03	64,98
02-feb-19	09-feb-19		10683	176,715	60,45	
02-feb-19	09-feb-19		11038	176,715	62,46	
02-feb-19	16-feb-19	14	19350	176,715	109,50	107,71
02-feb-19	16-feb-19		18080	176,715	102,31	
02-feb-19	16-feb-19		19670	176,715	111,31	
02-feb-19	02-mar-19	28	26786	176,715	151,58	155,99
02-feb-19	02-mar-19		27020	176,715	152,90	
02-feb-19	02-mar-19		28890	176,715	163,48	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 60% del agregado grueso y 40% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 26: Ensayo de Rotura de Hormigón Ligeró 1era dosificación $f^c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

TEMA: Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción.

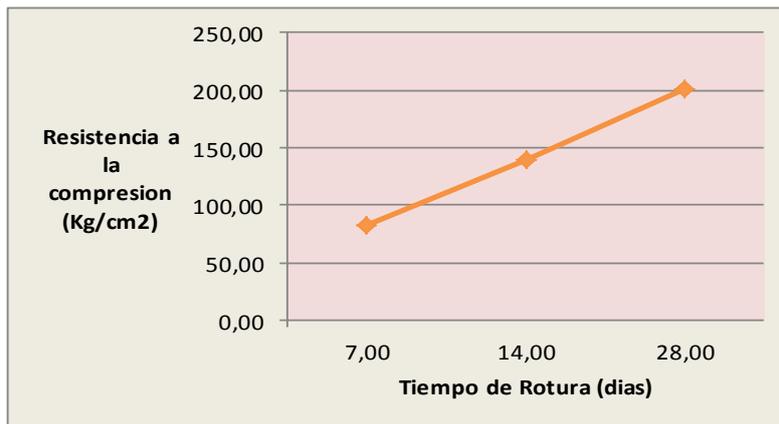
PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh

FECHA DE ENSAYO: FEBRERO 2019

CILINDROS DE Hormigón

FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	CARGA (Kg/cm2)	AREA (cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm2)
02-feb-19	09-feb-19	7	14830	176,715	83,92	82,79
02-feb-19	09-feb-19		14690	176,715	83,13	
02-feb-19	09-feb-19		14370	176,715	81,32	
02-feb-19	16-feb-19	14	24976	176,715	141,33	140,27
02-feb-19	16-feb-19		23689	176,715	134,05	
02-feb-19	16-feb-19		25698	176,715	145,42	
02-feb-19	02-mar-19	28	35894	176,715	203,12	201,32
02-feb-19	02-mar-19		34945	176,715	197,75	
02-feb-19	02-mar-19		35892	176,715	203,11	

GRAFICO DE ENSAYO A LA COMPRESION



Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 40% del agregado grueso y 60% del agregado fino.

REVISADO POR:
ING. MSc. KLEBER MOSCOSO

Gráfico 27 – Ensayo de Rotura de Hormigón Ligeró 2da dosificación $f^c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION						
<p>Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los TEMA: áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción. PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh FECHA DE ENSAYO: mar-19</p>						
VIGAS DE CONCRETO						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm ²)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
04-mar-19	01-abr-19	28	750	150*150*500	3,24	3,26
04-mar-19	01-abr-19		750	150*150*500	3,28	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 60% del agregado grueso y 40% del agregado fino.</i></p>						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm ²)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
04-mar-19	01-abr-19	28	750	150*150*500	3,42	3,49
04-mar-19	01-abr-19		750	150*150*500	3,56	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 50% del agregado grueso y 50% del agregado fino.</i></p>						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm ²)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
04-mar-19	01-abr-19	28	750	150*150*500	3,48	3,53
04-mar-19	01-abr-19		750	150*150*500	3,58	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon tradicional con una proporcion de 40% del agregado grueso y 60% del agregado fino.</i></p>						
						
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>						

Figura 52: Ensayo a Flexion del hormigón tradicional de $f^c=210$ Kg/cm²

Elaborado por: Suárez, S (2019)

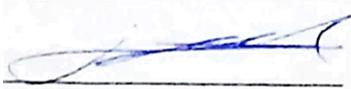
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION						
<p>Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los TEMA: áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción. PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh FECHA DE ENSAYO: mar-19</p>						
VIGAS DE CONCRETO						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm2)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
06-mar-19	03-abr-19	28	750	150*150*500	3,34	3,42
06-mar-19	03-abr-19		750	150*150*500	3,49	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 30% del agregado grueso, 10% arlita y 60% del agregado fino.</i></p>						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm2)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
06-mar-19	03-abr-19	28	750	150*150*500	3,20	3,26
06-mar-19	03-abr-19		750	150*150*500	3,32	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 20% del agregado grueso, 20% de arlita y 60% del agregado fino.</i></p>						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm2)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
06-mar-19	03-abr-19	28	750	150*150*500	3,08	3,18
06-mar-19	03-abr-19		750	150*150*500	3,28	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 10% del agregado grueso, 30% de arlita y 60% del agregado fino.</i></p>						
						
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>						

Figura 53: Ensayo a Flexion del hormigón ligero con reemplazo parcial de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Elaborado por: Suárez, S (2019)

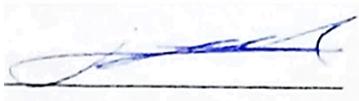
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION						
<p>Aplicación de la arcilla expandida (Arlita) como reemplazo parcial de los TEMA: áridos en mezclas de hormigón para elementos estructurales en la construcción. PARA: Sra. Shirley Karina Suárez Walsh FECHA DE ENSAYO: mar-19</p>						
VIGAS DE CONCRETO						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm2)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
07-mar-19	04-abr-19	28	750	150*150*500	1,64	1,87
07-mar-19	04-abr-19		750	150*150*500	2,10	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 60% de arlita y 40% del agregado fino.</i></p>						
FECHA DE TOMA	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	AREA (cm2)	DIMENSIONE S mm	MODULO DE ROTURA	MODULO DE ROTURA Mpa
07-mar-19	04-abr-19	28	750	150*150*500	2,66	2,22
07-mar-19	04-abr-19		750	150*150*500	1,78	
<p><i>Nota: Para este ensayo de resistencia a la compresion se utilizo la muestra de hormigon ligero con una proporcion de 40% de arlita y 60% del agregado fino.</i></p>						
						
<p>REVISADO POR: ING. MSc. KLEBER MOSCOSO</p>						

Figura 54: Ensayo a Flexion del hormigón ligero total de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Elaborado por: Suárez, S (2019)

4.2 Factibilidad del Proyecto de Investigación

Una vez concluida la dosificación del hormigón tanto tradicional como liviano pudimos dar por sentado que luego de haber probado diferentes proporciones de agregado se comprobó que la mejor proporción para el hormigón ligero de este proyecto de investigación es una donde consta de agregado ligero en este caso la arcilla expandida, el agregado grueso la piedra de ½” y la arena y el plastificante usado para el hormigón ligero con el reemplazo de la piedra por la arlita. A continuación podemos ver una tabla comparativa y comprobar la factibilidad de resistencia en cuanto a las proporciones de los agregados gruesos y finos en la mezcla de hormigón tradicional y ligero con una resistencia de 210Kg/cm2.

Tabla 12

Resultados de Ensayo a compresión

Tipo de Hormigón	Proporción (%)	Edad Días	Resistencia Kg/cm2	Resistencia Requerida
Tradicional	60% Grueso 40% Fino	28	227	210
Tradicional	50% Grueso 50% Fino	28	230	210
Tradicional	40% Grueso 60% Fino	28	235	210
Ligero	30% Grueso 10% Arlita 60% Fino 20% Arlita	28	221	210
Ligero	20% Grueso 60% Fino 10% Arlita	28	198	210
Ligero	30% Grueso 60% Fino	28	191	210
Ligero	60% Arlita 40% Fino	28	155	210
Ligero	40% Arlita 60% Fino	28	201	210

Elaborado por: Suárez, S (2019)

Tabla 13*Resultados de Ensayo a Flexion*

Tipo de Hormigón	Proporción (%)	Edad Días	Dimensiones del Espécimen	Módulo de Rotura MPa
Tradicional	60% Grueso 40% Fino	28	150 x 150 x 500	3,49
Tradicional	40% Grueso 60% Fino	28	150 x 150 x 500	3,53
Ligero	30% Grueso 10% Arlita 60% Fino 20% Arlita	28	150 x 150 x 500	3,42
Ligero	20% Grueso 60% Fino 10% Arlita	28	150 x 150 x 500	3,26 3,18
Ligero	30% Grueso 60% Fino 60% Arlita 40% Fino	28	150 x 150 x 500	1,87
Ligero	40% Arlita 60% Fino	28	150 x 150 x 500	2,22

Elaborado por: Suárez, S (2019)

De acuerdo a la tabla la proporción factible para un hormigón liviano es aquel que consta de un reemplazo parcial siendo 10% arcilla expandida o arlita, 30% piedra de ½” y 60% del material fino.

4.3 Factibilidad Económica

Se realizó un análisis de precio unitario a cada uno de los hormigones a usar tanto para el hormigón tradicional como para el hormigón ligero en el que se utilizó la arcilla expandida y para cada elemento a utilizar los que están sometidos bajo compresión y tracción; para una resistencia de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y para un $f'c=240 \text{ Kg/cm}^2$.

Una vez que ya tenemos el costo de cada APU realice una comparación de precios en una villa de 1 plantas usando el hormigón tradicional y el hormigón ligero para un $f'c$ de 210 Kg/cm². (Ver Anexo 5) (Zambrano Songora., 2017)

A continuación tenemos las especificaciones técnicas de una villa, la misma que fue tomada de la revista DOMUS del mes de agosto del presente año para luego colocar los precios calculados con hormigón tradicional y ligero usado tanto en columnas y vigas.

Especificaciones

Área del terreno: 135 m² -Área de Construcción: 70 m²

Terreno: malo - Excavación y relleno: 1,50 m – 1,2 m

Estructura: Hormigón Armado $f'c= 210$ Kg/cm² - Paredes: Bloques de Concreto

Contrapiso: Hormigón simple

Acabado de paredes: Enlucidas, empastadas, pintadas y azulejos

Acabado de pisos: Baldosas de terrazo, gres, granito en gradas

Tumbados: Fibrocemento (estructura metálica)

Instalación eléctrica: 110 V y 220 V, tubería galvanizada EMT empotrada

Instalación sanitaria: Agua fría, caliente, lavadero de acero inoxidable, juego de baño de cerámica, lavarropa de granito, tubería PVC empotrada.

Puertas: Guayacán, laurel, plywood

Ventanas: Aluminio y vidrio (Celosía – Malla), Rejas de hierro cuadrado.

En la tabla siguiente podemos apreciar la diferencia de costo entre el método tradicional y el ligero parcialmente. (DOMUS, 2019)

Tabla 14

Diferencia de costo entre el Hormigón armado tradicional y ligero

	Hormigón simple	Columna H.A	Vigas H.A	Presupuesto Villa
Tradicional	144,63	724,20	762,65	58.236,43
Ligero	254,53	797,43	824,28	58.588,07

Elaborado por: Suárez, S (2019)

CONCLUSIONES

Basándome en los resultados obtenidos que se realizaron a los materiales a usar en este proyecto de investigación, se puede especificar las siguientes conclusiones:

1. Pese a cumplir los requisitos de densidades para que un hormigón se pueda clasificar como ligero realice las dosificaciones, tanto para un hormigón tradicional como para el hormigón ligero con reemplazo parcial del agregado grueso y también como reemplazo completo del agregado grueso, por el método ACI 211.1 que es el procedimiento basándonos en la relación de agua/cemento. Los resultados obtenidos no fueron muy satisfactorios.
2. El Hormigón realizado con un 30% de agregado grueso en este caso la piedra de ½”, 10% de la arcilla expandida – Arlita y un 60% del agregado fino fue el más factible ya que se consiguió una resistencia dentro de la requerida en este caso de $f_c=210$ Kg/cm².
3. Comprobamos que según la norma ASTM C330 si cumple con los requisitos necesarios para poder ser utilizado como un agregado en una mezcla de hormigón ligero.
4. Según el análisis de costo que realizamos pudimos observar que para 1 m³ de Hormigón tradicional nuestro costo sería de aproximadamente \$145 mientras que para 1 m³ de hormigón ligero tendría un costo de \$255 aproximadamente.
5. El uso del hormigón ligero en un proyecto amplio si podría reducir costo ya que al ser un hormigón ligero podremos optar por realizar cimentaciones, columnas o vigas de menores dimensiones así conseguiremos reducir costos y mantener la misma calidad de un proyecto con su estructura de hormigón tradicional.

RECOMENDACIONES

1. En el momento de elaborar mezclas de hormigón liviano debemos de tener en consideración que la mezcla no sea muy fluida ya que al ser un material ligero su peso específico es menor al del agua y puede flotar el material en el momento que se vaya a vaciar.
2. Cabe recalcar que para la dosificación satisfactoria antes mencionada no se necesitó el uso de un aditivo en especial ya que se puede apreciar que es solamente un reemplazo del 10% del material grueso.
3. Un factor importante de mencionar es que ya que el contenido de arena que usamos en esta dosificación es del 60% la arena usada debe ser una arena triturada ya que el efecto de trituración de este agregado le ayudara a que obtenga una mejor adherencia de la pasta de hormigón ligero,
4. Debido al poco peso que posee esta mezcla de concreto es factible el poder levantar pisos adicionales a una estructura ya existente, incluso construir una estructura con varios pisos sin la necesidad de tener que mejorar mucho o incluso si es un terreno aceptable trabajar sin mejorarlo.
5. Para verificar la factibilidad del uso de este agregado en cuanto a costo se refiere es recomendable realizar un análisis más profundo basado en este proyecto de investigación, podría aplicarse para un proyecto urbanístico y no solo en los elementos estructurales principales sino en todo lo que fuere elaborado con hormigón. También al mismo tiempo se motiva a fabricar este agregado para cada zona de nuestro país, de esta forma abaratar el costo a causa del incremento por ser un agregado importado.

BIBLIOGRAFIA

- ACI. (1987). *Codigo American Concrete Institute 213 R*.
- ACI. (2018). *Codigo ACI 318*. United States of America: American Concrete Institute.
- Arlita. (2015). *Arlita Leca*. Recuperado el 1 de Nov de 2019, de Arlita Leca:
<https://www.arlita.es>
- DOMUS. (1 de Agosto de 2019). Precios Referenciales. *DOMUS*, 96.
- El constructor civil. (6 de Diciembre de 2010). *elconstructorcivil*. Recuperado el 5 de Agosto de 2019, de elconstructorcivil:
<https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/endurecimiento-del-cemento.html>
- Henao, P. (2000). *Estudio preliminar de expansión térmica de arcillas a escala de laboratorio*.
- HOLCIM. (26 de Agosto de 2014). *studylib.es*. Recuperado el 6 de Octubre de 2019, de studylib.es: <https://studylib.es/doc/6484474/tipos-de-cementos-y-normativa>
- INECYC. (2009). *Instituto Ecuatoriano del Cemento y el Hormigon*. Recuperado el 8 de Octubre de 2019, de Instituto Ecuatoriano del Cemento y el Hormigon:
<https://www.inecyc.org.ec/notas-tecnicas/>
- INEN. (2019). *Norma Tecnica Ecuatoriana*. Guayaquil: Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la informacion.
- Kosmatka , S., & Panarese, W. (2012). *Diseño y control de mezclas de concreto*.
- M.I. Municipalidad de Guayaquil. (2010). Recuperado el 2 de Septiembre de 2019, de <https://guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Protecci%25C3%25B3n%2520y%2520Gesti%25C3%25B3n%2520Ambiental/16-11-2001.%2520Ordenanza%2520que%2520Regula%2520la%2520explotaci%25C3%25B3n%2520de%2520canteras%2520en%2520el%2520Cant%25C3%25B3n%2520Guayaquil.%2520pdf.pdf&>
- MIDUVI. (2014). *Norma Ecuatoriana de la construccion*. Guayaquil: Direccion de Comunicacion Social, MIDUVI.
- Portland Cement Assotiation. (1991). *Proyecto y Control de Mezclas de concreto*. Mexico: Limusa.
- Rubio, A. (9 de Febrero de 2012). *docplayer.es*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2019, de docplayer.es: <https://docplayer.es/76384205-Arcilla-expandida-arlita-leca.html>
- TULSMA. (2018). *Texto Unificado de Legislacion del medio ambiente*. Ecuador.

- Valarezo, M. (23 de Octubre de 2015). *slideshare*. Recuperado el 4 de Octubre de 2019, de slideshare: <https://es.slideshare.net/mfvalarezo/material-ms-fino-que-75um>
- Van Dalen, D., & Meyer, W. (1971). Manual de Técnica de la investigación educacional. En D. Van Dalen, & W. Meyer, *Manual de Técnica de la investigación educacional* (pág. 542). Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional.
- Weber. (2015). *docplayer*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2019, de docplayer: <https://docplayer.es/4082665-Proceso-de-fabricacion-de-la-arcilla-expandida.html>
- Yagual, D., & Villacis, D. (1 de Agosto de 2015). *repositorio.upse.edu.ec*. Recuperado el 5 de Octubre de 2019, de repositorio.upse.edu.ec: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2294/1/UPSE-TIC-2015-015.pdf>
- Yucra, J. (07 de Mayo de 2015). *Slideshare*. Recuperado el 16 de Octubre de 2019, de Slideshare: <https://image.slidesharecdn.com/lectura2cementos-150507040406-lva1-app6891/95/cementos-portland-cementos-adicionados-y-otros-cementos-hidraulicos-2-1024.jpg?cb=1430971489>
- Zambrano Songora., j. (1 de Febrero de 2017). *repositorio.utmachala.edu.ec*. Recuperado el 2 de Octubre de 2019, de repositorio.utmachala.edu.ec: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10725/1/TMUAIC_2017_GC_C D031.pdf

ANEXOS

Anexo 1

EL M.I. CONCEJO CANTONAL DE GUAYAQUIL

CONSIDERANDO

- QUE**, la explotación antitécnica de las canteras, principalmente las ubicadas en el área urbana de la ciudad de Guayaquil provoca la destrucción de la belleza natural de los cerros, pone en situación de riesgo a los vecinos y genera contaminación ambiental, lo que hace necesario actualizar la normativa que regula la explotación de las canteras, con nuevas disposiciones que permitan a la M. I. Municipalidad de Guayaquil el control técnico y ambiental de las mismas.
- QUE**, los gobiernos seccionales de acuerdo con lo dispuesto en el Art. 228 de la Constitución Política, gozan de plena autonomía y en uso de su facultad legislativa, pueden dictar Ordenanzas.
- QUE**, el artículo 274 de la Ley de Régimen Municipal, señala que la explotación de piedras, arena y otros materiales sólo podrá hacerse con el expreso consentimiento del Concejo Cantonal.
- QUE**, la Ley de Minería No.126, promulgada en el Registro Oficial No. 695 del 31 de Mayo de 1995, establece en el artículo 11 literal a), que para ejecutar las actividades mineras dentro de una ciudad o centro poblado, se requiere previamente del informe del Alcalde.
- QUE**, las personas naturales o jurídicas que ejercen actividades extractivas en el territorio del Cantón, deben realizarlas de acuerdo con dicha ley, con arreglo a las buenas prácticas industriales, procurando la restauración del entorno y mitigando los posibles efectos negativos sobre el medio ambiente.
- En**, uso de las atribuciones que le confiere el Art. 64, numeral 5, de la Ley de Régimen Municipal, y el Art. 11 Lit. a) de la Ley de Minería No.126.

EXPIDE:

La presente **“ORDENANZA QUE REGULA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN EL CANTON GUAYAQUIL”**.

Art. 1. Ámbito de aplicación.

Esta Ordenanza regula las condiciones técnicas y ambientales de funcionamiento de las actividades extractivas y plantas de tratamiento y clasificación de áridos emplazadas en el territorio del Cantón, y norma las relaciones de la Municipalidad de Guayaquil con las personas naturales y jurídicas que se dedican a la explotación de canteras ubicadas en el área urbana, de expansión urbana y dentro de los límites de los centros poblados del cantón Guayaquil.

Quien no cumpliere con las disposiciones de orden técnico que emita la Dirección de Medio Ambiente no podrá realizar explotación alguna y se le impondrá las

sanciones establecidas en el Capítulo IV de las Infracciones y Sanciones, de este cuerpo legal.

CAPÍTULO I

Art. 2.- De la Autorización Municipal

Para la explotación de canteras en el cantón Guayaquil se requerirá de la autorización otorgada por parte del M. I. Concejo Cantonal, sin perjuicio del cumplimiento de las normas establecidas en la Ley de Minería y el Reglamento de Seguridad Minera, y se observará lo siguiente:

- 2.1. **Para las Nuevas canteras.-** Las personas naturales o jurídicas, a efecto de tramitar la correspondiente concesión minera ante las instituciones correspondientes, procederán previamente a solicitar a la Dirección de Plan de Desarrollo Urbano Cantonal y a la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registro la factibilidad del uso del suelo para la explotación de la cantera, cumpliendo las disposiciones de esta Ordenanza.
- 2.2. **Para las Canteras existentes.-** Las personas naturales o jurídicas, que actualmente realicen labores de explotación minera a cielo abierto deberán cumplir los requisitos técnicos y ambientales establecidos en esta Ordenanza, para poder continuar con dichas actividades.

CAPÍTULO II

SOLICITUDES, PROCEDIMIENTOS Y PLAZOS

Art. 3.- Solicitud para obtener la factibilidad de uso del suelo para la explotación de nuevas Canteras.

- 3.1. La factibilidad de uso del suelo será otorgada al interesado en explotar canteras, dentro del ámbito prescrito en el Art. 1 de esta Ordenanza, única y exclusivamente por la Municipalidad, en atención a la zonificación de usos del suelo establecida en la Ordenanza del Plan Regulador de Desarrollo Urbano de Guayaquil, Arts, 20.3, 29, 30, 31, 121, 124, 125 y 144.
- 3.2. La explotación de la cantera no deberá sobrepasar, la curva de nivel establecida por el Instituto Geográfico Militar y correspondiente a la cota cien (+ 100) metros sobre el nivel del mar.
- 3.3. La explotación de las canteras no podrá efectuarse en áreas de bosques y vegetación protegidas, ni de preservación por vulnerabilidad, declaradas como tales por Leyes, Ordenanzas Municipales o Acuerdos Ministeriales.
- 3.4. La factibilidad de uso del suelo para explotar canteras otorgada por la Municipalidad, tendrá un plazo de vigencia de ciento ochenta (180) días, otorgamiento que no autoriza realizar la explotación de la cantera.

- 3.5. De vencer el plazo de vigencia de la factibilidad, antes de la presentación de la solicitud de autorización municipal para la explotación de la cantera, el interesado deberá obtener de la Municipalidad un nuevo informe de factibilidad de uso del suelo para la explotación del caso.

Art. 4. DOCUMENTACIÓN REQUERIDA PARA LA AUTORIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN DE NUEVAS CANTERAS.- Para el efecto, el interesado deberá presentar lo siguiente:

- 4.1. Solicitud dirigida al M. I. Concejo Cantonal, a través del Alcalde.
- 4.2. Certificación de factibilidad de uso del suelo emitida conjuntamente por Dirección de Plan de Desarrollo Urbano Cantonal y la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registro, para la explotación de canteras.
- 4.3. Plano topográfico de la cantera en escala conveniente con curvas de nivel adecuadas, referidas a las coordenada UTM y cotas del Instituto Geográfico Militar, en el que se identifiquen las construcciones existentes vecinas a la cantera, las cuales solamente podrán estar ubicadas a una distancia no menor de trescientos (300) metros del perímetro de aquella. En el plano constarán las firmas del propietario y del profesional técnico responsable, o del arrendatario de ser el caso.
- 4.4. Copia certificada del Estudio Geológico Minero, presentado en la Dirección Nacional de Minería del Ministerio de Energía y Minas, o Dirección Regional de Minería del Guayas, del Ministerio de Energía y Minas, en el que se incluya la columna estratigráfica y cortes geológicos.
- 4.5. Aerofotografía actualizada del área a explotarse, y del espacio circundante en una distancia no menor a quinientos (500) metros. La Municipalidad se reserva el derecho en casos especiales, de solicitar aerofotografías con alcance informativo superior a los quinientos (500) metros, referidos al perímetro del área de explotación
- 4.6. Copia Certificada de la concesión minera para la explotación de la cantera, otorgada por la Dirección Nacional de Minería del Ministerio de Energía y Minas o la Dirección Regional de Minería del Guayas, del Ministerio de Energía y Minas, acompañada de la copia del título de propiedad del predio debidamente inscrito en el Registro de Propiedad de Guayaquil y catastrado en la M. I. Municipalidad de Guayaquil. En caso de arrendamiento, se adjuntará además copia del contratado respectivo, elevado a escritura pública e inscrito en el Registro de la Propiedad.
- 4.7. Certificación de la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental otorgado por la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad.
- 4.8. Una vez obtenida la certificación de factibilidad, para la autorización del Concejo Cantonal, se presentará Recibo de Pago de la tasa de servicios administrativos por autorización Municipal para explotación de canteras.

- 4.9. Póliza de seguro contra todo riesgo por responsabilidad civil, para responder por daños ambientales o que pudiere causarse a terceros, a renovarse anualmente durante el periodo de la autorización municipal. El monto será establecido por el M. I. Concejo Cantonal en atención al riesgo que pueda causar la explotación, garantía que podrá ser de hasta un millón de dólares. Esta garantía o cualquier otra que determine la Ley será presentada previa aceptación municipal.

Art. 5. Documentación Requerida en Casos Especiales.- Para las canteras ubicadas en zonas de playas, cauces o lechos de ríos, el interesado deberá presentar la solicitud de factibilidad de la explotación del caso, y toda aquella documentación y, o estudios que se determinan en el Art. 7 de esta Ordenanza.

Art. 6. DOCUMENTACIÓN REQUERIDA A LAS CANTERAS EXISTENTES:

- 6.1. Solicitud dirigida al M.I. Concejo Cantonal, a través del Alcalde.
- 6.2. Recibo de Pago de la tasa de servicios administrativos para autorización Municipal para explotación de canteras.
- 6.3. Copia Certificada de la concesión minera para la explotación de la cantera, otorgada por la Dirección Nacional de Minería del Ministerio de Energía y Minas o la Dirección Regional de Minería del Guayas, del Ministerio de Energía y Minas, acompañada de la copia del título de propiedad del predio debidamente inscrito en el Registro de Propiedad de Guayaquil y catastrado en la M.I. Municipalidad de Guayaquil. En caso de arrendamiento, se adjuntará además copia del contratado respectivo, elevado a escritura pública e inscrita en el Registro de la Propiedad.
- 6.4. Certificación de la aprobación del Estudio Ambiental por parte de la Dirección de Medio Ambiente Municipal.
- 6.5. Plano topográfico con curvas de nivel cada cinco metros en escala conveniente que permita visualizarlas, referido a las coordenadas UTM y cotas del IGM, que señalen la situación actual del área de explotación de la cantera, respaldado por la firma del profesional respectivo.
- 6.6. Copia certificada del Estudio Geológico Minero, presentado en la Dirección Nacional de Minería del Ministerio de Energía y Minas, o Dirección Regional de Minería del Guayas, del Ministerio de Energía y Minas, en el que se incluya la columna estratigráfica y cortes geológicos.
- 6.7. Póliza de seguro contra todo riesgo por responsabilidad civil, para responder por daños ambientales o que pudiere causarse a terceros, a renovarse anualmente durante el periodo de la autorización municipal. El monto será establecido por el M. I. Concejo Cantonal en atención al riesgo que pueda causar la explotación, garantía que podrá ser de hasta un millón de dólares. Esta garantía o cualquier otra que determine la Ley será presentada previa aceptación municipal.
- 6.8. Plano topográfico con curvas de nivel cada cinco metros a escala conveniente que permita visualizarlas, de la situación final del terreno al terminar la

explotación, debidamente firmado por el profesional respectivo. Plano que incluirá la determinación de plataformas y las cotas de niveles a las que quedarán los terrenos para su utilización futura.

Art. 7. Documentación Requerida en Casos Especiales.- Para las canteras ubicadas en zonas de playas, cauces o lechos de ríos, el interesado deberá presentar:

- 7.1. Solicitud dirigida al M.I. Concejo Cantonal, a través del Alcalde.
- 7.2. Certificación de factibilidad de uso del suelo emitida conjuntamente por la Dirección de Plan de Desarrollo Urbano Cantonal y la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registro, para la explotación de canteras.
- 7.3. Documento que contenga la aprobación del estudio ambiental por parte de la Dirección de Medio Ambiente.
- 7.4. Póliza de seguro contra todo riesgo por responsabilidad civil, para subsanar daños ambientales o que pudiere causarse a terceros, a renovarse anualmente durante el período de la autorización municipal. El monto será establecido por el M. I. Concejo Cantonal en atención al riesgo que pueda causar la explotación, garantía que no puede exceder del medio millón de dólares. Esta garantía o cualquier otra que determine la Ley será presentada previa aceptación municipal.
- 7.5. Copia certificada de la concesión minera para la explotación de la cantera, otorgado por la Dirección Nacional de Minería del Ministerio de Energía y Minas, o Dirección Regional de Minería del Guayas, del Ministerio de Energía y Minas.
- 7.6. Recibo de Pago de la tasa de servicios administrativos para autorización Municipal para explotación de canteras.

De la Duración de la Autorización Municipal y de la verificación del cumplimiento de las disposiciones para la Explotación de Canteras

Art. 8. Otorgamiento de la Autorización Municipal.- La Municipalidad de Guayaquil, otorgará la autorización municipal para la explotación de canteras a favor de quienes hayan cumplido las regulaciones prescritas en esta Ordenanza. El plazo de tal autorización municipal será el que conste sustentadamente en los estudios incluidos en la documentación que acompaña a la solicitud del caso, el mismo que no será superior a tres años, contados de la fecha de promulgación de la presente Ordenanza.

Art. 9. Seguimiento y Control Anual de la Explotación. La Municipalidad ejercerá un control anual de las canteras que hayan obtenido del Concejo Cantonal la autorización municipal para la explotación, con el fin de evaluar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y el proceso de explotación, en los términos que se particularizan en esta Ordenanza.

Para este efecto el beneficiario de la autorización municipal deberá presentar, al término de cada año de explotación, la auditoría ambiental del área explotada.

CAPÍTULO III

Art. 10. Del ruido

- 10.1. En materia de emisión de ruidos, se atenderá a lo dispuesto en el Reglamento de la calidad del aire y en las demás normas aplicables.
- 10.2. Para su control, la municipalidad realizará mediciones sonométricas periódicas de las plantas de tratamiento y clasificación de áridos.
- 10.3. En aquellos casos en que los niveles evaluados, sean superiores a los permitidos, será obligatoria la instalación de equipos y los medios necesarios para su reducción, como revestimientos, silenciadores, pantallas vegetales etc., o en su caso, la modificación del proceso productivo, en el tiempo y bajo las condiciones que para el efecto señale la Dirección de Medio Ambiente.

Art. 11. De las partículas en suspensión.

- 11.1. Las empresas extractivas cumplirán lo dispuesto por la Reglamentación vigente en materia de protección de la atmósfera. Los niveles de polvo emitidos por las distintas fuentes emisoras, tanto puntuales, como son las tolvas de descarga, válvulas o filtros, etc., como las no puntuales, tales como frentes de trabajo, escombreras, transporte exterior e interior etc., no podrán rebasar los promedios de concentración siguientes:

- 11.1.1. Para emisiones de fuentes localizadas o puntuales, los valores de referencia corresponderán a los promedios de concentración siguientes:

Promedio de concentración en un día 300 mg/m³ N

Promedio de concentración en un mes 202 mg/m³ N

Promedio de concentración en un año 130 mg/m³ N

Las unidades utilizadas son masa en microgramos por unidad de volumen en condiciones normales (01 C y 760 mm Hg de presión, definidas en el reglamento).

- 11.1.2. Para emisiones procedentes de fuentes no puntuales, la cantidad de polvo depositada en cualquier lugar del exterior de los límites de la explotación, no deberá superar los 300 mg/m².

Como medidas encaminadas a minimizar las emisiones de polvo procedentes de las explotaciones, las industrias deberán acometer las siguientes medidas para atenuarlas:

- 11.2. Riego por aspersión, el mismo que se realizará con una periodicidad de una vez diaria en épocas de lluvia y cada doce horas en épocas muy secas, especialmente en carreteras, vías de acceso, pistas interiores, zonas de apilamiento y acopio de materiales. La realización de esta medida la efectuarán mancomunadamente las empresas situadas en uno u otro lado de carreteras u arroyos.

- 11.3. Riego continuo por aspersión de la entrada de molinos y cintas transportadoras, así como la instalación de puentes de riego para camiones a la salida de las instalaciones.
- 11.4. Carenado de cintas transportadoras y tolvas o métodos de igual o superior eficacia.
- 11.5. En las labores de perforación de barrenos, uso de agua o filtros.
- 11.6. Instalación de trituradores o cribas estancas.
- 11.7. Pavimentación y asfaltado de carreteras de acceso y pistas interiores.
- 11.8. Instalación de pantallas vegetales contravientos, tanto en las zonas de explotación, como en las zonas de apilamiento de materiales e instalaciones de tratamiento y clasificación de áridos.
- 11.9. Instalación de sistemas de lavado de ruedas de camiones, tanto para el tráfico interior como del exterior.

Art. 12.- De los residuos.

Las canteras no deben tener en sus instalaciones residuos industriales tales como neumáticos, baterías, chatarras, maderas etc. Así mismo se instalarán sistemas de recogida de aceites y grasas usados y arquetas de decantación de aceites en los talleres de las instalaciones, siendo preciso el tener contrato de recogida de estos residuos, con una empresa debidamente autorizada.

Art. 13. Del agua

- 13.1. Contemplada como recurso natural limitado que es, se instalarán sistemas de decantación y reciclado del agua utilizada, con el fin de reducir su consumo.
- 13.2. Contemplada como problema para la estabilidad de los taludes, se realizarán labores de revegetación de los taludes explotados, para aumentar la estabilidad de los mismos.

Art. 14. De las voladuras

- 14.1. La vibración producida por las voladuras, no deben exceder del punto de recepción, los valores que figuran en las normas nacionales y/o internacionales de última fecha, referidas al Control de vibraciones producidas por las voladuras.
- 14.2. Solo se podrán realizar voladuras en días laborables, de lunes a viernes con un plan de horarios.
- 14.3. Para la realización de las voladuras que deban efectuarse en las canteras, deberá notificarse a la municipalidad con al menos 48 horas de anticipación,

Anexo 2

Norma Ecuatoriana de la Construcción

9. Apéndice normativo 1: control de calidad de obras de hormigón

9.1. Control de calidad en la construcción de obras de hormigón armado

Los procedimientos de control de calidad en las obras de hormigón armado se ejecutan a través de las acciones de supervisión o inspección, teniendo estas actividades como único objetivo verificar que la estructura cumpla con las normas y reglamentos vigentes de construcción.

Las obras de construcción y los elementos fabricados de hormigón armado deben cumplir con las tolerancias de ubicación, alineamiento, dimensiones y otras especificadas en el documento [ACI 117: "Tolerancias para materiales y construcciones de hormigón"](#).

El hormigón colocado en toda obra de hormigón armado debe cumplir con la especificación [ACI 301](#) para hormigón estructural.

9.2. Evaluación y aceptación de los materiales

9.2.1. Cemento

Debe cumplir con cualquiera de las siguientes especificaciones:

- [NTE INEN 152](#).
- [NTE INEN 490](#).
- [NTE INEN 2380](#).

La muestra de cemento empleada para los ensayos de laboratorio debe ser representativa de todo el lote y se la obtiene siguiendo las recomendaciones del procedimiento [NTE INEN 153](#).

Cuando la entrega del cemento es a granel, la muestra se debe obtener utilizando un tubo muestreador ranurado o directamente de la compuerta de descarga. Si se obtienen varias muestras de cemento, la cantidad de cada muestra no debe ser menor a 5 kg. Si el cemento se entrega en sacos se debe tomar esta porción (5kg) de un saco escogido aleatoriamente de entre 100 ó fracción.

La muestra de cemento debe ser colocada en un recipiente metálico, hermético, limpio y seco. El recipiente será debidamente identificado con información como: fecha, obra, supervisor (quien tomó la muestra), número de carro o lote, marca del cemento, cantidad de cemento representada por la muestra, temperatura y otras que sean necesarias según el caso.

Durante el transporte del cemento se debe verificar y examinar que el material no tenga signos de deterioro, contaminación o exposición a la humedad.

El cemento a granel que permanezca almacenado por más de 6 meses, debe volver a ensayarse.

9.2.2. Áridos

Los áridos empleados en la construcción de estructuras de hormigón armado deben cumplir con la especificación NTE INEN 872 ó ASTM C33.

Los áridos empleados para la fabricación de hormigón estructural ligero deben cumplir con la especificación ASTM C330.

El árido fino y grueso para hormigón debe ser limpio, duro, sano y durable, con una distribución granulométrica que se mantenga razonablemente uniforme durante toda la producción. La presencia de sustancias nocivas como: terrones de arcilla, partículas desmenuzables, partículas menores a 75 µm, carbón, lignito y chert se encuentran limitadas dependiendo del uso que tendrá el hormigón. En el documento NTE INEN 872 ó ASTM C33 se indican los ensayos que se deben ejecutar en el árido y los requisitos que deben cumplir para su aceptación.

El muestreo de los áridos debe ejecutarse de acuerdo al procedimiento NTE INEN 695 ó ASTM D75, teniendo mucho cuidado de obtener una muestra representativa del material, de tal manera que no se presente objeción alguna al momento de decidir la aceptación o rechazo del mismo.

Cuando la muestra se obtiene del almacenamiento, obtener tres o cuatro porciones en puntos situados a una altura media de la pila, evitando siempre el material segregado de la superficie.

El tamaño de la muestra dependerá de los ensayos a realizar, siendo como mínimo 10 Kg para árido fino y 75 Kg para árido grueso. Cuando se requieran muestras mayores, se debe realizar un cuarteo previo al ensayo en el laboratorio y de acuerdo a lo descrito en NTE INEN 2566 ó ASTM C702.

Cuando la medición de los áridos para fabricar hormigón se realizara por volumen, se deberá establecer si la base de medida corresponde a un volumen suelto húmedo, suelto seco o varillado seco y se debe determinar el factor de abultamiento con la siguiente ecuación:

$$F_{ab} = \frac{Mv_{sss}}{Mv_{SH} - Ph_{SH}}$$

Dónde:

F_{ab}	Factor de abultamiento, número de metros cúbicos de árido húmedo suelto que corresponde a 1 metro cubico de árido seco varillado.
Mv_{sss}	Masa volumétrica del árido varillado y superficialmente seco.
Mv_{SH}	Masa volumétrica del árido suelto húmedo.
Ph_{SH}	Peso de la humedad superficial en volumen unitario de árido suelto húmedo.

Todos los ensayos para los áridos deben ser ejecutados por una persona acreditada para el caso.

9.2.3. Agua

Si el agua es apta para el consumo humano es buena para hacer hormigón, pero cuando se tienen dudas sobre la calidad del agua se deben aplicar los siguientes dos criterios para su aceptación:

- Que la resistencia a la compresión de cubos de mortero ensayados de acuerdo con la norma NTE INEN 488 ó ASTM C109 y fabricados con el "agua dudosa" sea por lo menos el 90% de la resistencia a la compresión de cubos de mortero fabricados con agua aceptable para hacer hormigón, comparados a la edad de 7 días.
- Que la desviación del testigo en el ensayo de tiempo de fraguado ejecutado en concordancia con la norma ASTM C191, se encuentre dentro del rango de 1 hora antes hasta 1 hora 30 minutos después.

El uso del agua de lavado que queda dentro de la mezcladora, está permitido, siempre que se pueda determinar con precisión su cantidad.

9.2.4. Aditivos

Se rige el asunto de los aditivos mediante las siguientes normas:

- ASTM C494: Aditivos químicos para hormigón.
- ASTM C1017: Aditivos químicos para uso en la producción de hormigón fluido.
- ASTM C 260: Aditivos incorporadores de aire utilizados en la elaboración de hormigón.
- ACI 212.3R: Aditivos químicos para hormigón.
- ACI 212.4R: Aditivos reductores de agua de alto rango en el hormigón (superplastificantes).

9.3. Control del proporcionamiento, dosificación y mezclado

Al determinar la dosificación de mezclas de hormigón es necesario considerar las características de durabilidad, resistencia y trabajabilidad determinadas por el uso que tendrá la mezcla. La durabilidad y la resistencia requeridas en el proyecto son las que determinan principalmente la relación agua-cemento para un conjunto dado de materiales. Se requiere que el hormigón desarrolle cierta resistencia a una determinada edad y que se encuentre dentro de un intervalo límite de consistencia.

9.3.1. Control de la dosificación de hormigón

Con el diseño de hormigón debidamente aprobado por el Supervisor de Estructuras de Hormigón Armado, se debe verificar las cantidades de cada material medido para la fabricación de un volumen de hormigón determinado. Estas cantidades deben corresponder al diseño presentado para el hormigón ofertado. Para dar cumplimiento a esto, el Constructor deberá presentar una dosificación en la que detalla las cantidades de los materiales y la resistencia que se espera alcanzar a los 28 días.

En proyectos grandes o en estructuras especiales, las mezclas de hormigón se deben dosificar en laboratorios y las proporciones se envían al lugar de trabajo como mezclas de prueba iniciales, que pueden ajustarse ligeramente según se necesite.

Las mezclas de hormigón para trabajos pequeños se deben dosificar en laboratorios independientes con control en obra proporcionado por el Ingeniero, Contratista o por otro Laboratorio especializado.

El Supervisor debe ordenar la ejecución de las pruebas de consistencia, contenido de aire, temperatura y masa volumétrica del hormigón para comprobar la dosificación presentada por el Constructor.

Anexo 3

Norma Técnica del Ecuador

4. NORMA NTE INEN 152 – CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS.

- **Objeto**

Esta norma establece las características y requisitos físicos y químicos que debe cumplir el cemento portland.

- **Alcance.**

Esta norma se aplica para los diez tipos de cemento portland.

El texto de esta norma cita notas que proveen material explicativo. Estas notas, excluyendo aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de la norma

☐ **Clasificación.**

Esta norma cubre diez tipos de cemento portland, enumerados a continuación:

1. **Tipo I.** Para ser utilizado cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
2. **Tipo IA.** Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo I, donde se desea incorporación de aire.
3. **Tipo II.** Para uso general, en especial cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos.
4. **Tipo IIA.** Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II, donde se desea incorporación de aire.
5. **Tipo II (MH).** Para uso general, en especial cuando se desea un moderado calor de hidratación y una moderada resistencia a los sulfatos.
6. **Tipo II (MH) A.** Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II(MH), donde se desea incorporación de aire.
7. **Tipo III.** Para ser utilizado cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.
8. **Tipo IIIA.** Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo III, donde se desea incorporación de aire.
9. **Tipo IV.** Para ser utilizado cuando se desea bajo calor de hidratación.
10. **Tipo V.** Para ser utilizado cuando se desea alta resistencia a la acción de los sulfatos.

☐ **Disposiciones.**

1. **Información para la orden de compra.** Las órdenes de compra de los cementos descritos en esta norma, deben incluir lo siguiente:
 - Número y revisión de esta norma,
 - Tipo o tipos requeridos. Si no se especifica el tipo, se debe suministrar el tipo I.
 - Cualquier requisito químico y físico opcional si se desea.
2. **Componentes.** El cemento considerado en esta norma no debe contener ningún componente, excepto los siguientes:
 - Clinker de cemento portland.
 - Agua o sulfato de calcio, o ambos.
 - Caliza. La cantidad no debe ser mayor que 5,0% en masa, de tal manera que se cumplan los requisitos químicos y físicos de esta norma.
 - Adiciones incorporadoras de aire. (únicamente para cemento portland con incorporador de aire).

☐ **Requisitos.**

1. **Requisitos químicos.** El cemento portland de cada uno de los diez tipos indicados debe cumplir con los respectivos requisitos químicos establecidos en la norma de

ensayo aplicable que se basan prácticamente para que tengan una moderada resistencia y que no desarrolle una expansión superior al 0,020% a los 14 días. Se debe realizar un ensayo de calor de hidratación a los 7 días, utilizando la NTE INEN 199, por lo menos una vez cada seis meses. Tal ensayo no debe ser usado para aceptación o rechazo del cemento, pero los resultados deben ser reportados con propósitos de información.

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ÁRIDOS. MUESTREO.	NTE INEN 695:2010 Primera revisión 2010-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los procedimientos para la obtención de muestras de áridos, finos y gruesos para propósitos de: investigación preliminar de una fuente potencial de abastecimiento, control del producto en la fuente de abastecimiento, en el sitio de utilización y aceptación o rechazo de los materiales (ver notas 1 y 2).</p> <p>1.2 Los procedimientos descritos en esta norma señalan las mínimas precauciones necesarias para conseguir que las muestras reflejen la naturaleza y condición de los materiales que representan.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 El empleo de esta norma no garantiza por sí sola que los resultados obtenidos reflejen la calidad del producto puesto que el muestreo depende de factores tales como la competencia del personal, capacidad, calibración y mantenimiento de los equipos, factores no considerados en esta norma.</p> <p>2.2 Las muestras para los ensayos de investigación preliminar son tomadas por la parte responsable del desarrollo de la fuente potencial (ver nota 3). Las muestras de materiales para el control de la producción en la fuente o el control del trabajo en el lugar de su utilización, son tomadas por el fabricante, el contratista o por otras partes responsables de llevar a cabo la obra. Las muestras para ensayos que se utilizan como base para las decisiones de aceptación o rechazo por parte del comprador, son tomadas por el comprador o su delegado.</p> <p>2.3 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.</p> <p>2.4 El texto de esta norma hace referencia a notas en pie de página, las cuales proveen material explicativo. Estas notas, exceptuando aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.</p> <p>NOTA 1. Los programas de muestreo y ensayos de aceptación y control, varían según el tipo de construcción en la que se utiliza el material.</p> <p>NOTA 2. La calidad de los resultados obtenidos mediante esta norma depende de la competencia del personal que realiza el procedimiento y de la capacidad, calibración y mantenimiento de los equipos utilizados. En general, los laboratorios que cumplen los criterios de la norma ASTM D 3 666, se consideran capaces de realizar, competente y objetivamente, muestreos, ensayos, inspecciones, etc. Se advierte a los usuarios de esta norma que el solo cumplimiento de la norma ASTM D 3 666, no garantiza completamente resultados confiables. La obtención de resultados confiables depende de muchos factores, seguir las sugerencias de la norma ASTM D 3 666 o alguna guía similar aceptable, proporciona un medio de evaluación y control de algunos de los factores.</p> <p>NOTA 3. La investigación preliminar y el muestreo en las fuentes potenciales y tipos de áridos, ocupa un lugar muy importante en la determinación de la disponibilidad e idoneidad del mayor de los constituyentes individuales empleados en la construcción. Desde el punto de vista de la economía, influye en el tipo de construcción y desde el punto de vista del árido, regula el control de los materiales necesarios para garantizar la durabilidad de la estructura construida. Esta investigación debe ser realizada únicamente por una persona responsable, con formación y experiencia. Para obtener más orientación, ver los apéndices.</p>		

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las definiciones de la NTE INEN 694, además las siguientes:

3.1.1 *Tamaño máximo del árido.* En las especificaciones para el árido o en su descripción, es la abertura más pequeña de tamiz a través de la cual debe pasar la totalidad del árido.

3.1.2 *Tamaño máximo del árido (para pavimento asfáltico sistema Superpave).* En las especificaciones para el árido o en su descripción, es el tamaño inmediatamente mayor que el tamaño máximo nominal del árido.

3.1.3 *Tamaño máximo nominal del árido.* En las especificaciones para el árido o en su descripción, es la abertura más pequeña de tamiz a través de la cual se permite que pase la totalidad del árido.

3.1.4 *Tamaño máximo nominal del árido (para pavimento asfáltico sistema Superpave).* En las especificaciones para el árido o en su descripción, es el tamaño inmediatamente mayor al primer tamiz que retiene más del 10% del árido.

3.1.4.1 *Comentario.* Las especificaciones sobre los áridos generalmente estipulan una abertura de tamiz a través de la cual todo el árido puede pasar, pero no necesariamente, de tal manera que porciones de áridos de forma alargada, esto es uno de sus lados posee una dimensión considerablemente mayor a las otras, puedan ser retenidas en ese tamiz. En estas condiciones la abertura de ese tamiz se denomina tamaño máximo nominal.

3.1.4.2 *Comentario.* Las definiciones de los numerales 3.1.2 y 3.1.4 se aplican a las mezclas de asfalto en caliente (HMA), diseñadas únicamente mediante el sistema Superpave y difieren de las definiciones publicadas en la norma ASTM D 8.

4. MUESTREO

4.1 Toma de muestras

4.1.1 *General.* Cuando sea posible, las muestras a ser ensayadas para control de calidad deben ser tomadas del producto terminado. En la preparación de los ensayos para abrasión, las muestras del producto terminado a ser ensayadas no deben ser objeto de posterior trituración o reducción manual del tamaño de las partículas, a menos que el tamaño del producto terminado sea tal que necesite una reducción complementaria para la realización de los ensayos.

4.1.2 *Inspección.* El material debe ser inspeccionado para determinar si existen variaciones apreciables. El vendedor debe proporcionar el equipo necesario e idóneo para una adecuada inspección y un correcto muestreo.

4.2 Procedimiento

4.2.1 *Muestreo de un flujo de áridos (desde contenedores o desde una cinta de descarga).* Seleccionar las unidades a ser muestreadas de la producción mediante un método aleatorio, como lo indica la norma ASTM D 3 665. Obtener al menos tres porciones aproximadamente iguales, seleccionadas al azar, de la unidad a ser muestreada y combinarlos para formar una muestra in situ, cuya masa será igual o superior al mínimo recomendado en el numeral 4.3.2. Tomar cada porción de toda la sección transversal del material que se está descargando. Generalmente, es necesario tener en cada planta un dispositivo especialmente fabricado para este objetivo. Este dispositivo consiste en una bandeja de suficiente tamaño para interceptar toda la sección transversal de la corriente de descarga y mantener la cantidad necesaria de material sin desbordarse. Pueden ser necesarias un conjunto de rieles para apoyo de la bandeja, para que ésta pase debajo de la corriente de descarga. En la medida de lo posible, mantener los contenedores de descarga continuamente llenos o casi llenos para reducir la segregación, (ver nota 4)

: Los contenedores para el envío de las muestras de áridos, deben tener identificación individual piada, tanto adjunta como en su interior de manera que se facilite la presentación de informes de o, registros de laboratorio e informes de ensayo.

TABLA 1. Tamaño de muestras

Tamaño del árido^A mm	Masa mínima de la muestra in situ^B kg	Volumen mínimo de la muestra in situ, litros
Áridos finos		
2,36	10	8
4,75	10	8
Áridos gruesos		
9,5	10	8
12,5	15	12
19,0	25	20
25,0	50	40
37,5	75	60
50	100	80
63	125	100
75	150	120
90	175	140

NÚMERO Y TAMAÑO DE LAS PORCIONES NECESARIAS PARA ESTIMAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD MUESTREADA

Y.1 Alcance. Este apéndice presenta los criterios utilizados por el Subcomité en el desarrollo de esta norma.

Y.2 Descripción de términos específicos de esta norma

Y.2.1 Muestra in situ. Cantidad del material a ser ensayado, suficiente para proporcionar una estimación aceptable de la calidad promedio de una unidad.

Y.2.2 Lote. Cantidad considerable de material a granel, separado y de una sola fuente; se asume que tiene que ser producido mediante el mismo proceso (por ejemplo, la producción de un día o una masa o volumen específico).

Y.2.3 Muestra de ensayo. Cantidad de material suficiente, extraído de una muestra in situ más grande, mediante un procedimiento diseñado para garantizar una representación precisa de la muestra in situ y por lo tanto de la unidad muestreada.

Y.2.4 Unidad. Cantidad o subdivisión medible de un lote de material a granel (por ejemplo, un camión o un área específica cubierta).

Y.3 Unidad de ensayo, tamaño y variabilidad

Y.3.1 La unidad a ser representada por una sola muestra in situ, no debe ser tan grande como para ocultar los efectos de la variabilidad significativa dentro de la unidad, ni ser tan pequeña como para verse afectada por la variabilidad inherente entre pequeñas porciones de cualquier material a granel.

Y.3.2 Una unidad de material a granel compuesto por áridos graduados o mezclas de áridos puede consistir en un camión completo. Si fuera posible, se debería ensayar toda la carga; sin embargo en la práctica, una muestra in situ se compone de tres o más porciones de material escogidos al azar a medida que se carga o descarga del camión. Investigaciones han demostrado que este procedimiento permite una estimación aceptable del promedio de graduación que se puede medir en 15 o 20 porciones del camión.

Y.3.3 La variabilidad significativa con un lote de material, si esta existe, debe ser indicada por mediciones estadísticas tales como la desviación estándar entre las unidades, seleccionadas al azar, dentro del lote.

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar la distribución granulométrica de las partículas de áridos, fino y grueso, por tamizado.

2. ALCANCE

2.1 Este método de ensayo se utiliza principalmente para determinar la graduación de materiales con el propósito de utilizarlos como áridos para hormigón o utilizarlos como áridos para otros propósitos. Los resultados se utilizan para determinar el cumplimiento de la distribución granulométrica de las partículas con los requisitos de las especificaciones aplicables y proporcionar la información necesaria para el control de la producción de diversos productos de áridos y mezclas que contengan áridos. La información también puede ser útil en el desarrollo de relaciones para estimar la porosidad y el arreglo de las partículas.

2.2 En esta norma se incluyen instrucciones para el análisis granulométrico de áridos que contienen mezclas de fracciones finas y gruesas.

2.3 Mediante el uso de este método de ensayo, no se puede lograr una determinación precisa del material más fino que el tamiz de 75 µm (No. 200). Para el tamizado del material más fino que el tamiz de 75 µm mediante lavado, se debe emplear la NTE INEN 697.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 694.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Algunas especificaciones para áridos las cuales hacen referencia a este método de ensayo contienen requisitos para graduación de las fracciones gruesa y fina. En esta norma se incluyen las instrucciones para los análisis granulométricos de tales áridos.

4.2 Para los métodos de muestreo y ensayo de los áridos de alta densidad, se debe referir a la norma ASTM C 637.

4.3 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.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 **Resumen.** Las partículas componentes de una muestra en condiciones secas y de masa conocida son separadas por tamaño a través de una serie de tamices de aberturas ordenadas en forma descendente. Las masas de las partículas mayores a las aberturas de la serie de tamices utilizados, expresado en porcentaje de la masa total, permite determinar la distribución del tamaño de partículas.

5.2 Equipos

5.2.1 Balanzas. Las balanzas utilizadas en el ensayo del árido fino y grueso deben tener una legibilidad y exactitud como la que se indica a continuación:

5.2.1.1 Para árido fino, debe ser legible hasta 0,1 g y tener una precisión de 0,1 g o del 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto, dentro del rango de uso.

5.2.1.2 Para árido grueso o mezclas de áridos fino y grueso, debe ser legible y tener una precisión de 0,5 g o 0,1% de la carga de ensayo, el que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.

5.2.2 Tamices. La tela del tamiz debe ser montada sobre marcos cuya construcción evite pérdidas de material durante el tamizado. La tela y los marcos del tamiz normalizado deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154. Los marcos de tamiz no normalizados deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154 que sean aplicables (ver nota 1).

5.2.3 Agitador de tamices mecánico. Un dispositivo de tamizado mecánico, si se utiliza, debe crear un movimiento en los tamices que produzca que las partículas reboten y caigan, u otro tipo de movimiento que presente diferente orientación a la superficie de tamizado. La acción de tamizado debe ser tal que se cumpla el criterio para un tamizado adecuado, descrito en el numeral 5.4.4, en un período de tiempo razonable (ver nota 2).

5.2.4 Horno. Un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C ± 5 °C.

5.3 Muestreo

5.3.1 Muestrear el árido de conformidad con NTE INEN 695. El tamaño de la muestra de campo debe ser la cantidad indicada en la NTE INEN 695 o cuatro veces la cantidad requerida en los numerales 5.3.4 y 5.3.5 (excepto como se ha modificado en el numeral 5.3.6), el que sea mayor.

5.3.2 Mezclar completamente la muestra y reducirla a una cantidad adecuada para el ensayo, utilizando los procedimientos descritos en la norma ASTM C 702. La muestra para el ensayo debe ser, aproximadamente, la cantidad deseada en seco y se la debe obtener como resultado final de la reducción. No se permite una reducción a una cantidad exacta predeterminada (ver nota 3).

5.3.3 Árido fino. El tamaño de la muestra para el ensayo, luego de secarla, debe ser como mínimo 300 gramos.

5.3.4 Árido grueso. El tamaño de la muestra para el ensayo de árido grueso debe cumplir con lo señalado en la tabla 1.

NOTA 1. Para ensayos de árido grueso se recomienda utilizar tamices montados en marcos más grandes que el normalizado de 203,2 mm de diámetro, para reducir la posibilidad de sobrecargar los tamices. Ver el numeral 5.4.3.

NOTA 2. Se recomienda el uso de un agitador de tamices mecánico cuando el tamaño de la muestra es de 20 kg o más, aunque puede ser utilizado para muestras más pequeñas, incluyendo árido fino. Un tiempo excesivo (mayor a 10 minutos aproximadamente) puede resultar en la degradación de la muestra. El mismo agitador de tamices mecánico puede no resultar práctico para todos los tamaños de muestras, ya que se necesita un área de tamizado mayor para el tamizado efectivo de un árido grueso de mayor tamaño nominal y muy probable puede ocasionar la pérdida de una porción de la muestra si se lo utiliza con una muestra pequeña de árido grueso o árido fino.

NOTA 3. En caso de que el análisis granulométrico, incluyendo la determinación del material más fino que el tamiz de 75 µm, sea el único ensayo a realizarse, se puede reducir en el campo el tamaño de la muestra para evitar el envío de cantidades excesivas de material adicional al laboratorio.

TABLA 1. Tamaño de la muestra para ensayo del árido grueso

Tamaño nominal máximo, Aberturas cuadradas, en mm (pulgadas).	Tamaño de la muestra del ensayo Mínimo (kg)
9,5	1
12,5	2
19,0	5
25,0	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300

5.3.5 Mezclas de áridos grueso y fino. El tamaño de la muestra para el ensayo de las mezclas de árido grueso y fino, debe ser el mismo que para el árido grueso indicado en el numeral 5.3.4.

5.3.6 Muestreo del árido grueso de gran tamaño. El tamaño de la muestra requerida para árido con un tamaño nominal máximo de 50 mm o mayor, debe ser tal que se evite la reducción de la muestra y se ensaye como una unidad, excepto si se utilizan grandes separadores mecánicos y agitadores de tamices. Como una opción, cuando dicho equipo no está disponible, en lugar de combinar y mezclar incrementos de la muestra y luego reducir la muestra de campo al tamaño de ensayo, realizar el tamizado en un número de porciones de muestra aproximadamente iguales tal que la masa total ensayada cumpla con los requisitos del numeral 5.3.4.

5.3.7 En el caso de que se determine la cantidad de material más fino que el tamiz de 75 µm (No. 200) mediante el método de ensayo de la NTE INEN 697, proceder de la siguiente manera:

5.3.7.1 Para áridos con un tamaño nominal máximo de 12,5 mm o menor, utilizar la misma muestra para los ensayos que se realizan con esta norma y con la NTE INEN 697. Primero ensayar la muestra de conformidad con la NTE INEN 697, luego realizar la operación de secado final y tamizar la muestra seca de acuerdo a lo estipulado en los numerales 5.4.2 al 5.4.7 de esta norma.

5.3.7.2 Para áridos con un tamaño nominal máximo superior a 12,5 mm, utilizar una única muestra de ensayo, según lo descrito en el numeral 5.3.7.1 u opcionalmente utilizar muestras separadas para los ensayos según la NTE INEN 697 y esta norma.

5.3.7.3 Cuando las especificaciones requieran la determinación de la cantidad total del material más fino que el tamiz de 75 µm por lavado y por tamizado en seco, proceder según lo descrito en el numeral 5.3.7.1.

5.4 Procedimiento

5.4.1 Secar la muestra hasta masa constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C (ver nota 4).

5.4.2 Seleccionar los tamices necesarios y adecuados que cubran los tamaños de las partículas del material a ensayarse, con el propósito de obtener la información requerida en las especificaciones. Utilizar tantos tamices adicionales como se desee o como sean necesarios para proporcionar información adicional, tal como el módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Ordenar los tamices en forma decreciente según el tamaño de su abertura, de arriba a abajo y colocar la muestra en el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de aparatos mecánicos durante un período suficiente, ya sea establecido por el ensayo o también controlado por medio de la masa de la muestra de ensayo, de tal forma que cumpla con el criterio de conformidad o de tamizado descritos en el numeral 5.4.4.

NOTA 4. Para propósitos de control, especialmente cuando se desean resultados rápidos, no es necesario secar el árido grueso para el ensayo del análisis granulométrico. Los resultados son poco afectados por el contenido de humedad a menos que: (1) el tamaño nominal máximo sea menor que 12,5 mm; (2) el árido grueso contenga apreciable cantidad de material más fino que el tamiz de 4,75 mm (No. 4); o (3) el árido grueso tenga una absorción muy alta (por ejemplo, un árido de densidad baja). Además, se pueden secar las muestras a altas temperaturas mediante el uso de planchas calientes, sin afectar los resultados, siempre que el vapor se escape sin generar presión suficiente para fracturar la partículas y las temperaturas no sean tan altas como para causar una descomposición química del árido.

5.4.3 Limitar la cantidad de material sobre un determinado tamiz de manera que todas las partículas tengan oportunidad de llegar a las aberturas del tamiz algunas veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas más pequeñas que 4,75 mm (No. 4), la cantidad que se retiene sobre cualquier tamiz al finalizar la operación de tamizado no debe exceder 7 kg/m² en la superficie de tamizado (ver nota 5). Para tamices con aberturas de 4,75 mm (No. 4) y más grandes, la cantidad retenida en kg no debe exceder del producto de 2,5 X (la abertura del tamiz, en mm y X (el área efectiva de tamizado, en m²)). Esta cantidad se muestra en la tabla 2, para cinco diferentes dimensiones del marco de tamiz entre circulares, cuadrados y rectangulares, los que son de mayor uso. En ningún caso la cantidad retenida debe ser tan grande como para causar una deformación permanente de la tela de tamiz.

TABLA 2. Máxima cantidad permitida de material retenido sobre un tamiz, en kg.

Tamaño de abertura del tamiz (mm)	Tamiz de dimensiones nominales				
	Ø = 203,2 mm ^A	Ø = 254 mm ^A	Ø = 304,8 mm ^A	350 X 350 mm	372 X 580 mm
	Área de tamizado, (m ²)				
	0,0285	0,0457	0,0670	0,1225	0,2158
125	#	#	#	#	67,4
100	#	#	#	30,6	53,9
90	#	#	15,1	27,6	48,5
75	#	8,6	12,6	23,0	40,5
63	#	7,2	10,6	19,3	34,0
50	3,6	5,7	8,4	15,3	27,0
37,5	2,7	4,3	6,3	11,5	20,2
25,0	1,8	2,9	4,2	7,7	13,5
19,0	1,4	2,2	3,2	5,8	10,5
12,5	0,89	1,4	2,1	3,8	6,7
9,5	0,67	1,1	1,6	2,9	5,1
4,75	0,33	0,54	0,80	1,5	2,6

^A El área para los tamices de marcos redondos se basa en un diámetro efectivo de 12,7 mm, menor que el diámetro nominal del marco, porque la NTE INEN 154 permite que el sello entre la tela del tamiz y el marco se extienda a 6,35 mm sobre la tela del tamiz. Así el diámetro efectivo de tamizado para un tamiz con un marco de diámetro de 203,2 mm es de 190,5 mm. En tamices elaborados por algunos fabricantes el sello no se extiende en la tela del tamiz los 6,35 mm completos.

^B Los tamices indicados tienen menos de cinco aberturas completas y no deben ser utilizados para el ensayo de tamizado, excepto por lo indicado en el numeral 5.4.6.

5.4.3.1 Evitar una sobrecarga de material sobre un tamiz individual, mediante alguno de los siguientes métodos:

- Insertar un tamiz adicional con un tamaño intermedio de abertura entre el tamiz que puede estar sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior al tamiz en el conjunto original de tamices.
- Dividir la muestra en dos o más porciones, tamizando cada porción individualmente. Combinar las masas de las varias porciones retenidas sobre un tamiz específico antes de calcular el porcentaje de la muestra en el tamiz.
- Utilizar tamices con un tamaño de marco más grande y que proporcione un área mayor de tamizado.

NOTA 5. Los 7 kg/m² equivalen a 200 g en un tamiz habitual de 203,2 mm de diámetro (con un diámetro de la superficie efectiva de tamizado de 190,5 mm).

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ARIDOS. DETERMINACIÓN DEL MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ CON ABERTURAS DE 75 μm (No. 200), MEDIANTE LAVADO	NTE INEN 697:2010 Primera revisión 2010-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar mediante lavado del árido, la cantidad del material que pasa el tamiz con aberturas de 75 μm (No. 200).</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma incluye dos procedimientos: el procedimiento A, utilizando únicamente agua para la operación de lavado y el procedimiento B, que incluye un agente dispersor para ayudar a la separación del material que pasa el tamiz con aberturas de 75 μm (No. 200) del material más grueso. A menos que se especifique lo contrario, se debe utilizar el procedimiento A (solamente con agua).</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 694.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 El material más fino que 75 μm, puede ser separado de las partículas más grandes, completamente y con mayor eficiencia, mediante tamizado húmedo, antes que con la utilización del tamizado en seco; por lo tanto, cuando se desea determinar con precisión el material más fino que 75 μm en una muestra de árido fino o grueso, se debe utilizar este método de ensayo previo al tamizado en seco descrito en la NTE INEN 696. El resultado de este método de ensayo está incluido en los cálculos e informe de dicha norma en el que se debe reportar la cantidad total del material más fino que 75 μm por lavado, además de la que se obtiene por tamizado en seco con la misma muestra. Por lo general, la cantidad adicional de material más fino que 75 μm, que se obtiene en el proceso de tamizado en seco, es pequeña. Si esta diferencia es grande, se debe revisar la eficiencia de la operación de lavado, esto puede ser un indicio de la degradación de los áridos.</p> <p>4.2 Las partículas de arcilla y otras del árido que son dispersadas por el agua de lavado, así como los materiales solubles en agua, son removidos del árido durante el ensayo</p> <p>4.3 En la mayoría de los áridos, el agua potable es adecuada para separar el material más fino que 75 μm del material más grueso. En algunos casos, el material más fino está adherido a las partículas más grandes, ya sea, como un recubrimiento de arcilla o recubrimientos en los áridos que se han extraído de las mezclas bituminosas. En estos casos, el material fino puede ser separado más fácilmente con un agente dispersor en el agua.</p> <p>4.4 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.</p> <p style="text-align: center;">5. MÉTODO DE ENSAYO</p> <p>5.1 Resumen. Se lava una muestra de árido en la forma indicada en esta norma, utilizando agua potable o agua potable a la que se le añade un agente dispersor, según se especifique. El agua de lavado decantada, que contiene material en suspensión y materia disuelta, se pasa a través de un tamiz de 75 μm (No. 200). Se seca el material lavado y se calcula la pérdida de masa resultante del tratamiento de lavado, como un porcentaje de la masa de la muestra original y se informa como el porcentaje de material más fino que 75 μm mediante lavado.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Materiales de construcción y edificación, materiales y productos minerales, áridos, contenido de material fino, ensayo de lavado.</p>		

5.2 Equipos

5.2.1 Balanza. Debe ser legible y tener una precisión de 0,1 g o del 0,1% de la masa de ensayo, la que sea mayor, en cualquier punto dentro del rango de uso.

5.2.2 Tamices. Una arreglo de dos tamices, el inferior debe ser el tamiz de 75 μm (No. 200) y el superior de 1,18 mm (No. 16), ambos deben cumplir con los requisitos de la NTE INEN 154.

5.2.3 Recipiente. Un frasco o contenedor de un tamaño suficiente para recibir la muestra cubierta con agua y para permitir una agitación vigorosa sin pérdida de alguna parte de la muestra o del agua.

5.2.4 Horno. Un horno de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 $^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

5.3 Reactivos y materiales.

5.3.1 Agente dispersor. Cualquier agente que promueva la separación de los materiales finos como los detergentes líquidos para lavar la vajilla (ver nota 1).

5.4 Muestreo

5.4.1 Tomar la muestra de árido de acuerdo con la NTE INEN 695. Si se va a realizar el análisis granulométrico especificado en la NTE INEN 696 sobre la misma muestra de ensayo, se debe cumplir con los requisitos aplicables de ese método de ensayo.

5.4.2 Mezclar completamente la muestra de árido a ser ensayada y reducirla a una cantidad adecuada para el ensayo, mediante los métodos aplicables descritos en la NTE INEN 2 566. Si la misma muestra va a ser sometida al ensayo de acuerdo con la NTE INEN 696, la masa mínima debe ser como se describe en las secciones correspondientes de ese método; de lo contrario, la masa de la muestra de ensayo, después del secado, se debe ajustar a lo establecido en la tabla No. 1:

TABLA 1. Masa mínima para la muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal	Masa mínima (g)
4,75 mm (No. 4) o menor	300
Mayor que 4,75 mm (No. 4) hasta 9,5 mm	1 000
Mayor que 9,5 mm hasta 19,0 mm	2 500
Mayor que 19,0 mm	5 000

5.5 Selección del procedimiento. Debe utilizarse el procedimiento A, a menos que se especifique lo contrario en la especificación bajo la cual se van a comparar los resultados o cuando lo indique la institución para la cual se realiza el ensayo

5.6 Procedimiento A: lavado utilizando agua potable

5.6.1 Secar la muestra en el horno hasta conseguir una masa constante, a una temperatura de 110 $^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Determinar la masa con una aproximación de 0,1% de la masa de la muestra.

5.6.2 Si la especificación requiere que la cantidad que atraviesa el tamiz de 75 μm (No. 200) se determine sobre una parte de una muestra que pasa un tamiz más pequeño que el tamaño máximo nominal del árido, separar la muestra por el tamiz designado y determinar la masa del material que pasa dicho tamiz, con aproximación de 0,1% de la masa de esta porción de la muestra. Utilizar esta masa como la masa seca original de la muestra de ensayo indicada en el numeral 5.8.1 (ver nota 2).

NOTA 1. No se descarta el uso de un aparato mecánico para realizar la operación de lavado, siempre que los resultados sean consistentes con aquellos obtenidos mediante las operaciones manuales. El uso de algún equipo de lavado mecánico con algunas muestras puede causar su degradación.

NOTA 2. Algunas especificaciones para áridos con un tamaño máximo nominal de 50 mm o superior, por ejemplo, proporcionan un límite para el material que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200), determinado sobre la porción de la muestra que pasa el tamiz de 25,0 mm. Tales procedimientos son necesarios, puesto que no es práctico lavar muestras del tamaño requerido, cuando la misma muestra de ensayo va a ser utilizada para el análisis granulométrico de acuerdo con la NTE INEN

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES	NTE INEN 698:2010 Primera revisión 2010-06
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar de forma aproximada el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los áridos para hormigón.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>2.1 Este método de ensayo se aplica para determinar la aceptabilidad de los áridos para hormigón con respecto a los requisitos de la NTE INEN 872.</p> <p>3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 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.</p> <p>4. MÉTODO DE ENSAYO</p> <p>4.1 Resumen. Luego de preparar la muestra de ensayo según el procedimiento descrito en esta norma, saturar la muestra, tratar de romper las partículas con los dedos, tamizar en húmedo la muestra y determinar el porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables.</p> <p>4.2 Equipos</p> <p>4.2.1 <i>Balanza.</i> Debe tener una precisión de 0,1% de la masa de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso. Las balanzas deben cumplir con la exactitud de las secciones aplicables de la norma ASTM C 1 005.</p> <p>4.2.1.1 <i>Recipientes.</i> De material no corrosible, de un tamaño y forma tal que permitan extender en la parte inferior la muestra en una capa delgada.</p> <p>4.2.1.2 <i>Tamices.</i> Deben cumplir con la NTE INEN 154.</p> <p>4.2.1.3 <i>Horno para secado.</i> Debe disponer de circulación libre del aire y ser capaz de mantener una temperatura de 110 °C ± 5 °C.</p> <p>4.3 Preparación de la muestra de ensayo</p> <p>4.3.1 El árido a ser utilizado en este método de ensayo debe estar integrado por el material que queda después de la finalización del ensayo de determinación de los materiales más finos que 75 µm de conformidad con la NTE INEN 697. Para obtener las cantidades señaladas en los numerales 4.3.3 y 4.3.4, puede ser necesario combinar el material de más de un ensayo de la NTE INEN 697.</p> <p>4.3.2 Secar los áridos hasta obtener una masa prácticamente constante, a una temperatura de 110 °C ± 5 °C.</p> <p>4.3.3 Las muestras de árido fino deben estar compuestas de partículas más gruesas que las aberturas del tamiz de 1,18 mm (No. 16) y deben tener una masa mínima de 25 g.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p><small>DESCRIPTORES: Materiales de construcción y edificación, materiales y productos minerales, áridos para hormigón, contenido de arcilla, ensayo.</small></p>		

- a) Fecha de muestreo y ensayo,
- b) Nombre del laboratorio y del laboratorista que efectuó el ensayo,
- c) Identificación de la muestra del árido,
- d) Porcentaje de material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 μm (No. 200) mediante lavado, con una aproximación de 0,1%. Cuando el resultado es 10% o más, informar el porcentaje con aproximación al número entero más cercano,
- e) Indicar el procedimiento utilizado,
- f) Otros detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

5.10 Precisión y desviación

5.10.1 Precisión. Las estimaciones de la precisión para este método de ensayo, que figuran en la tabla 2, se basan en los resultados de la AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample Program, con los ensayos realizados mediante la norma ASTM C 117 y la norma AASHTO T 11. La diferencia significativa entre estos métodos de ensayo, al momento de recopilar estos datos, es que la norma AASHTO T 11 requiere el uso de un agente dispersor, mientras que la norma ASTM C 117, en el método A no lo emplea. Los datos se basan en el análisis de más de 100 pares de resultados de ensayos de 40 a 100 laboratorios.

TABLA 2. Precisión

	Desviación estándar (1s) ^A	Rango aceptable para dos resultados (d2s) ^A
	%	%
Árido grueso ^B		
Precisión para un solo operador	0,10	0,28
Precisión multilaboratorio	0,22	0,62
Árido fino ^C		
Precisión para un solo operador	0,15	0,43
Precisión multilaboratorio	0,29	0,82

^A Estos números representan los límites (1s) y (d2s), como se describen en la norma ASTM C 670.
^B Las estimaciones de precisión se basan en áridos que tienen un tamaño máximo nominal de 19,0 mm con menos de 1,5% de material más fino que el tamiz de 75 μm (No. 200).
^C Las estimaciones de precisión se basan en áridos finos que tienen entre 1,0% a 3,0% de material más fino que el tamiz de 75 μm (No. 200).

5.10.1.1 Los valores de precisión para el árido fino, en la tabla 2, se basan en muestras de ensayo con masas nominales de 500 g. La revisión de la norma ASTM C 117 en 1994, permitió que el tamaño de la muestra de ensayo para el árido fino sea 300 g como mínimo. El análisis de los resultados del ensayo de las muestras de áridos para comparación Nos. 99 y 100 de 300 g y 500 g, (las muestras eran esencialmente idénticas), produjo los valores de precisión que figuran en la tabla 3, los cuales indican ligeras diferencias debido al tamaño de la muestra de ensayo (ver nota 6).

TABLA 3. Datos de precisión para muestras de ensayo con masas de 300 g y 500 g

Resultados del ensayo	Muestra de comparación de árido fino			Dentro del laboratorio		Entre laboratorios	
	Tamaño de la muestra	No. de laborat.	Promedio	1s	d2s	1s	d2s
AASHTO T11 / ASTM C 117	500 g	270	1,23	0,08	0,24	0,23	0,66
Total de material que pasa el tamiz de 75 μm , mediante lavado (%)	300 g	264	1,20	0,10	0,29	0,24	0,68

5.10.2 Desviación. Puesto que no hay un material de referencia aceptado, que sea adecuado para determinar la desviación de este método de ensayo, no se ha hecho ninguna declaración de desviación.

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ARIDOS. DETERMINACIÓN DE LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL ARIDO FINO PARA HORMIGÓN	NTE INEN 855:2010 Primera revisión 2010-06
---	--	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el método para determinar aproximadamente la presencia de cantidades inapropiadas de impurezas orgánicas en el árido fino para mortero y hormigón.

2. ALCANCE

2.1 El árido fino sujeto al método de ensayo propuesto en esta norma, es aquel que se utiliza para la elaboración de hormigón o mortero de cemento hidráulico.

2.2 El método referido en esta norma establece dos procedimientos. El primero utiliza una solución de color normalizado y el segundo un comparador de colores normalizados como referencia.

2.3 Esta norma se utiliza para realizar una determinación preliminar de la aceptabilidad de los áridos finos con respecto a los requisitos sobre impurezas orgánicas de la NTE INEN 872

2.4 Esta norma proporciona una advertencia de que pueden estar presentes cantidades inapropiadas de impurezas orgánicas en el árido fino. Cuando una muestra sometida a este ensayo produce un color más oscuro que el color normalizado, es aconsejable realizar el ensayo para determinar el efecto de impurezas orgánicas en la resistencia del mortero, de conformidad con la NTE INEN 866.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 694.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 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.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Resumen. A una muestra de árido fino se le agrega una solución normalizada de hidróxido de sodio, se la agita y luego de 24 horas se compara el color del líquido que sobrenada la muestra con el color de la solución normalizada o con el comparador de colores para determinar si la muestra contiene impurezas orgánicas inapropiadas.

5.2 Equipos

5.2.1 Botellas de vidrio. Graduadas e incoloras, con una capacidad nominal de aproximadamente 240 cm³ a 470 cm³, equipadas con tapones o tapas herméticas, no solubles con los reactivos especificados. En ningún caso, la dimensión externa de las botellas, medida a lo largo de la línea de vista utilizada para la comparación del color, debe ser superior a 63,5 mm o menor a 38,1 mm. La graduación de las botellas deben estar en cm³, (ver nota 1), a excepción de las botellas sin marcar que pueden ser calibradas con graduaciones realizadas por el usuario. En tal caso, sólo son necesarias tres marcas de graduación, de la siguiente manera:

NOTA 1. Los frascos que se comercializan internacionalmente por lo general están marcados en mililitros "mL" como medida de volumen, que equivale a centímetros cúbicos en el SI.

Color normalizado escala de Gardner No.	Número de orden en el comparador
5	1
8	2
11	3 (normalizado de referencia)
14	4
16	5

NOTA. Se debe utilizar el procedimiento de comparación descrito en el numeral 5.7.1, excepto que se debe reportar el número del vidrio del comparador que es más cercano al color del líquido que sobrenada sobre la muestra de ensayo. Cuando se utiliza este procedimiento, no es necesario preparar la solución de color normalizado.

5.8 Interpretación del color. Cuando una muestra sometida a este ensayo produce un color más oscuro que el color normalizado de la solución o el color No. 3 del comparador (color normalizado Gardner No. 11), se considera que el árido fino bajo ensayo, posiblemente contiene cantidades inapropiadas de impurezas orgánicas. Es conveniente efectuar más análisis antes de aprobar o rechazar el uso del árido fino en el hormigón o mortero.

5.9 Informe de resultados. Se debe elaborar un informe de resultados que contenga los siguientes datos:

- a) Fecha de muestreo y ensayo,
- b) Nombre del laboratorio y del laboratorista que efectuó el ensayo,
- c) Identificación de la muestra de árido fino,
- d) Procedimiento utilizado,
- e) Color determinado en el ensayo según lo indicado en los numerales 5.7.1 o 5.7.2,
- f) Recomendaciones de acuerdo a lo estipulado en el numeral 5.8,
- g) Otros detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

5.10 Precisión y desviación. Puesto que este ensayo no produce valores numéricos, no es posible la determinación de la precisión y desviación.

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS LIVIANAS	NTE INEN 699:2011 Primera revisión 2011-01
---	---	---

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece el procedimiento para la determinación del porcentaje de partículas livianas en el árido, mediante una separación por decantación y flotación en un líquido denso de gravedad específica adecuada.

2. ALCANCE

2.1 Este método de ensayo se utiliza para determinar la conformidad con las especificaciones de la NTE INEN 872, relativas a la cantidad de material liviano contenido en los áridos finos y gruesos. Para separar las partículas que pueden ser calificadas como carbón o lignito, se utiliza un líquido denso con gravedad específica de 2,0. Para comprobar los porcentajes de otras partículas livianas tales como pizarras y esquistos, que tienen gravedad específica inferior a 2,40, se utilizan líquidos más densos.

2.2 Este método de ensayo es útil para identificar partículas de árido porosas, en actividades de investigación o en análisis petrográfico.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las definiciones de la NTE INEN 694.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 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. Para una información específica sobre peligros, ver el numeral 5.3.1.4.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Resumen. El procedimiento que se describe en esta norma se basa en retirar las partículas livianas que flotan cuando se sumerge una muestra de árido en un líquido denso y determinar su masa para establecer el porcentaje de partículas livianas contenidas en el árido.

5.2 Equipos

5.2.1 Balanzas. Para determinar la masa del árido fino, utilizar una balanza con capacidad no menor a 500 g y sensibilidad de al menos 0,1 g. Para determinar la masa de árido grueso, utilizar una balanza con capacidad no menor a 5 000 g y sensibilidad de al menos 1 g. Ambas balanzas deben cumplir con los criterios de precisión de las secciones aplicables de la norma ASTM C 1 005.

5.2.2 Recipientes. Recipientes adecuados para el secado de la muestra de áridos y para contener el líquido denso durante la separación por decantación y flotación.

5.2.3 Colador. Una pieza de tela de tamiz de 300 μm , que cumpla con los requisitos de la NTE INEN 154, de tamaño y forma adecuados para la separación de las partículas que flotan en el líquido denso.

5.2.4 *Horno o plancha caliente.*

5.2.5 *Tamices.* De 300 μm y de 4,75 mm, que cumplan con los requisitos de la NTE INEN 154.

5.2.6 *Medidor de gravedad específica.* Un hidrómetro que cumpla con las especificaciones de requisitos físicos para hidrómetros individuales de la norma ASTM E 100 o una combinación adecuada de vasos de vidrio graduados y balanza, capaces de medir la gravedad específica del líquido con una aproximación de $\pm 0,01$.

5.3 Reactivos y materiales

5.3.1 *Líquido denso.* El líquido denso puede ser uno de los siguientes (ver el numeral 5.3.1.4).

5.3.1.1 Una solución de cloruro de zinc en agua (para una gravedad específica de hasta alrededor de 2,0).

5.3.1.2 Mezcla de querosén con 1,1,2,2-tetrabromoetano, proporcionado para producir la gravedad específica deseada. (El 1,1,2,2-tetrabromoetano tiene una gravedad específica de aproximadamente 2,95).

5.3.1.3 Una solución de bromuro de zinc en agua (para una gravedad específica de hasta alrededor de 2,4).

5.3.1.4 Se advierte que la mezcla de querosén con 1,1,2,2-tetrabromoetano es tóxica, tanto por absorción a través de la piel como por inhalación. Estos materiales deben ser utilizados solamente dentro de una campana, preferiblemente de tiro bajo. Se debe procurar evitar la inhalación o el contacto con los ojos o la piel. Su uso es extremadamente peligroso. Cuando se calienta emite vapores altamente tóxicos de bromo, bromuro de hidrógeno y bromuro de carbonilo. Debe ser manejado únicamente por personal capacitado y calificado. Su almacenamiento debe estar en una ubicación segura. No hay peligro en particular con los vapores de la solución de cloruro de zinc (numeral 5.3.1.1) o la solución de bromuro de zinc (numeral 5.3.1.3), pero se debe utilizar gafas y guantes para prevenir el contacto con los ojos o la piel.

5.3.2 La gravedad específica del líquido denso se debe mantener dentro de $\pm 0,01$ de los valores especificados durante el transcurso del ensayo.

5.4 Muestreo

5.4.1 Tomar una muestra de campo de los áridos, conforme con la NTE INEN 695 y ASTM D 3 665. Reducir la muestra a tamaño de ensayo, conforme con la NTE INEN 2 566.

5.4.2 Antes del ensayo secar la porción de muestra a ensayar a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta conseguir masa constante y tamizar para eliminar el material de tamaño inferior, según lo especificado en los numerales 5.5.1 y 5.5.2. El tamaño mínimo de la muestra para ensayo está indicado en la tabla 1.

TABLA 1. Tamaño mínimo de la muestra para ensayo

Tamaño nominal máximo del árido (Tamices con aberturas cuadradas)	Masa mínima de la muestra (g)
4,75 mm o menores	200
9,5 mm	1 500
12,5 mm a 19,0 mm	3 000
25 mm a 37,5 mm	5 000
50 mm o mayores	10 000

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO GRUESO	NTE INEN 857:2010 Primera revisión 2010-10
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar: la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido grueso.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad promedio en una muestra de árido grueso (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad es expresada como: seca al horno (SH), saturada superficialmente seca (SSS) o como densidad aparente. De la misma manera, la densidad relativa (gravedad específica), una cantidad adimensional, es expresada como SH, SSS o como densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). La densidad SH y la densidad relativa SH se determinan luego de secar el árido. La densidad SSS, densidad relativa SSS y la absorción se determinan luego de saturar el árido en agua por un periodo definido.</p> <p>2.2 Este método de ensayo es utilizado para determinar la densidad de la porción sólida de un número grande de partículas de árido y proporcionar un valor promedio, que representa la muestra. La diferencia entre la densidad de las partículas del árido, determinadas por éste método, y la masa unitaria (peso volumétrico) de los áridos, determinada de acuerdo al procedimiento de la NTE INEN 858, radica en que éste último método incluye el volumen de los vacíos entre las partículas del árido.</p> <p>2.3 Este método de ensayo no es aplicable para ser utilizado con áridos livianos.</p> <p>2.4 El texto de esta norma hace referencia a notas en pie de página, las cuales proveen material explicativo. Estas notas, exceptuando aquellas ubicadas en tablas y figuras, no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.</p> <p>2.5 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.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones de la NTE INEN 694 y además las siguientes:</p> <p>3.1.1 <i>Absorción.</i> Incremento de la masa del árido debido a la penetración de agua en los poros de las partículas durante un determinado periodo de tiempo, sin incluir el agua adherida a la superficie externa de las partículas, se expresa como un porcentaje de la masa seca.</p> <p>3.1.2 <i>Seco al horno (SH), relacionado a las partículas del árido.</i> Condición en la cual los áridos han sido secados por calentamiento en un horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por el tiempo necesario para conseguir una masa constante.</p> <p>3.1.3 <i>Saturado superficialmente seco (SSS), relacionado a las partículas del árido.</i> Condición en la cual los poros permeables de las partículas del árido se llenan con agua al sumergirlos por un determinado periodo de tiempo, pero sin agua libre en la superficie de las partículas.</p>		

5.4.5 Secar la muestra en el horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta conseguir una masa constante. Enfriar la muestra al aire, a temperatura ambiente, entre 1 hora a 3 horas o hasta que el árido se haya enfriado a una temperatura que sea confortable para el manejo (aproximadamente $50\text{ }^{\circ}\text{C}$) y determinar su masa.

5.5 Cálculos

5.5.1 Densidad relativa (gravedad específica):

5.5.1.1 Densidad relativa (gravedad específica) (SH). Calcular la densidad relativa (gravedad específica) del árido en condición seca al horno, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SH)} = \frac{A}{(B - C)} \quad (1)$$

Donde:

- A = masa en aire de la muestra seca al horno, g.
- B = masa en aire de la muestra saturada superficialmente seca, g, y
- C = masa aparente en agua de la muestra saturada, g.

5.5.1.2 Densidad relativa (gravedad específica) (SSS). Calcular la densidad relativa (gravedad específica) del árido en condición saturada superficialmente seca, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica) (SSS)} = \frac{B}{(B - C)} \quad (2)$$

5.5.1.3 Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). Calcular la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente) (SSS)} = \frac{A}{(A - C)} \quad (3)$$

5.5.2 Densidad:

5.5.2.1 Densidad (SH). Calcular la densidad del árido en condición seca al horno, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (SH), kg/m}^3 = \frac{997,5 A}{(B - C)} \quad (4)$$

5.5.2.2 Densidad (SSS). Calcular la densidad del árido en condición saturada superficialmente seca, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (SSS), kg/m}^3 = \frac{997,5 B}{(B - C)} \quad (5)$$

5.5.2.3 Densidad aparente. Calcular la densidad aparente de la siguiente manera:

$$\text{Densidad aparente, kg/m}^3 = \frac{997,5 A}{(A - C)} \quad (6)$$

5.5.3 Valores promedio de densidad y de densidad relativa (gravedad específica). Cuando la muestra se ensaya en fracciones separadas, calcular el promedio de los valores de densidad o de densidad relativa (gravedad específica) de cada fracción de tamaño, calculada de acuerdo con los numerales 5.5.1 ó 5.5.2, utilizando la siguiente ecuación:

Anexo 4

Modelo de la Encuesta Ejecutada

La siguiente encuesta está dirigida a la población de 25 a 65 años de edad

1.- ¿La propiedad donde habita en la actualidad es?

Propia Alquilada Prestada

2.- ¿Considera una mejor opción comprar una vivienda en vez de construirla usted mismo?

Si No Talvez

3.- ¿Considera una buena opción el utilizar nuevos materiales para construir un hormigón?

Si No Depende del material a usar

4.- ¿Conoce algún método nuevo para elaborar un hormigón?

Si No conoce poco

5.- ¿Cree usted que innovar el hormigón tradicional mejoraría al país en el ámbito de?

Empleo Construcción Ambas

6.- ¿Estaría dispuesto a usar una nueva técnica para elaborar hormigón para construir su casa en vez de usar un hormigón tradicional?

Si No Talvez

7.- ¿Cuál de estos factores cree Ud. que hay que considerar en la mejoría del hormigón tradicional?

Ambiental Economía Calidad

8.- ¿Conoce usted que es la arcilla expandida o arlita y cuáles son sus principales usos o aplicaciones?

Si No conoce poco

9.- ¿Cree usted que el aplicar la arlita sería factible para usarlo en el hormigón?

Si No Talvez

ANEXO 5

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

UNIDAD: **m2**

DETALLE:

Hormigón SIMPLE F`C= 210 Kg/m2

CANT.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
CONCRETERA	1,00	3,75	3,75	0,8000	0,36
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.			0,00		0,22
SUBTOTAL M			0,00		0,58
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
ESTR. OC. E2 (PEON)	4,00	3,58	14,32	0,8000	11,46
ESTR. OC. D2 (ALBAÑIL)	2,00	3,58	7,16	0,8000	5,73
ESTR. OC. C1 (MAESTRO MAYOR)	1,00	3,62	3,62	0,8000	2,90
SUBTOTAL N			0,00		20,08
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	SACOS	9,50	7,60	72,20	
ARENA	m3	0,63	18,75	11,81	
PIEDRA	m3	0,52	14,29	7,43	
AGUA	m3	0,22	1,75	0,39	
SUBTOTAL O				91,83	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	ton	0,05	3,09	0,15	
AGREGADOS	m3	1,15	2,66	3,06	
SUBTOTAL P				3,21	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					115,70
INDIRECTOS 25 % X					28,93
UTILIDAD					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					144,63

DETALLE:

COLUMNA DE H.A. 0,20 x 0,20 m

UNIDAD

m³

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
CONCRETERA	2,00	4,28	8,56	0,8000	6,85
VIBRADOR	2,00	3,00	3,00	0,8000	2,40
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.					0,46
SUBTOTAL M					9,71
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
ESTR. OC. E2 (PEON)	5,00	3,68	18,40	8,0000	147,20
ESTR. OC. D2 (CARPINTERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (FIERRERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (ALBAÑIL)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. C1 (MAESTRO MAYOR)	1,00	4,01	4,01	8,0000	32,08
SUBTOTAL N					266,16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	sacos	9,50	7,60	72,20	
ARENA	m ³	0,63	18,75	11,81	
PIEDRA	m ³	0,52	14,29	7,43	
AGUA	m ³	0,22	1,75	0,39	
HIERRO	kg	37,97	2,24	85,05	
TABLA ENCOFRADO	u	12,50	5,80	72,50	
CUARTÓN ENCOFRADO	u	9,80	4,00	39,20	
TIRA ENCOFRADO	u	5,50	2,50	13,75	
CLAVOS 2 1/2	kg	3,66	2,22	8,13	
ALAMBRE RECOCIDO 18	kg	4,08	2,20	8,98	
SUBTOTAL O					319,43
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	ton	0,47	3,09	1,45	
AGREGADOS	m ³	1,15	2,66	3,06	
HIERRO	ton	0,04	3,09	0,12	
VARIOS	global	1,00	3,56	3,56	
SUBTOTAL P					8,19
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					603,50
INDIRECTOS 20 % X					120,70
COSTO TOTAL DEL RUBRO					724,20

RUBRO:

UNIDAD: **m3**

DETALLE:

VIGA DE H.A 0.15 x 0.25 m

CANT.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
CONCRETERA	2,00	4,28	8,56	0,8000	6,85
VIBRADOR	2,00	3,00	3,00	0,8000	2,40
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.					0,46
SUBTOTAL M					9,71
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
ESTR. OC. E2 (PEON)	5,00	3,68	18,40	8,0000	147,20
ESTR. OC. D2 (CARPINTERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (FIERRERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (ALBAÑIL)	2,00	3,62	7,24	8,0000	57,92
ESTR. OC. C1 (MAESTRO MAYOR)	1,00	4,01	4,01	8,0000	32,08
SUBTOTAL N					295,12
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	sacos	9,50	7,60	72,20	
ARENA	m3	0,63	18,75	11,81	
PIEDRA	m3	0,52	14,29	7,43	
AGUA	m3	0,22	1,75	0,39	
HIERRO	kg	37,97	2,24	85,05	
TABLA ENCOFRADO	u	12,50	5,80	72,50	
CUARTÓN ENCOFRADO	u	9,80	4,00	39,20	
TIRA ENCOFRADO	u	5,50	2,50	13,75	
CLAVOS 2 1/2	kg	3,66	2,80	10,25	
ALAMBRE RECOCIDO 18	kg	4,08	2,22	9,06	
SUBTOTAL O				321,64	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	ton	0,47	3,09	1,45	
AGREGADOS	m3	1,15	2,66	3,06	
HIERRO	ton	0,04	3,09	0,12	
VARIOS	global	1,00	4,44	4,44	
SUBTOTAL P				9,07	
TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$					635,54
INDIRECTOS 20 % X					127,11
COSTO TOTAL DEL RUBRO					762,65

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO : VILLA DE 1 PLANTAS ÁREA

DE CONSTRUCCION 70 M2

FECHA SEPTIEMBRE 2019

:

CODIGO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDADES	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	INSTALACION DE OBRAS				
1.1	CASETA DE GUARDIAN Y BODEGA	M2	12,00	44,48	533,76
1.2	INSTALACION PROVISIONAL ELECTRICA	GBL	1,00	169,17	169,17
1.3	INSTALACION PROVISIONAL DE AGUA	GBL	1,00	58,56	58,56
1.4	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	135,00	0,74	99,77
1.5	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	100,00	1,46	145,80
2.0	OBRAS DE SEGURIDAD				
2.1	CERRAMIENTO PERIMETRAL (FRENTE)	ML	9,00	37,53	337,77
3.0	EXCAVACION Y RELLENO				
3.1	EXCAVACION DE CIMIENTOS H=1,50 M	M3	83,00	10,43	865,69
3.2	EXCAVACION DE CISTERNA H=2,00 M	M3	23,00	13,41	308,43
3.3	RELLENO COMPACTADO CON CASCAJO H=1,20	M3	65,00	24,56	1.596,40
4.0	ESTRUCTURAS				
4.1	REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE E=5cm	M2	10,00	9,59	95,90
4.2	PLINTOS	M3	2,00	476,97	953,94
4.3	RIOSTRAS	M3	2,00	707,80	1.415,60
4.4	COLUMNAS DE HORMIGÓN	M3	3,27	724,20	2.368,12
4.5	VIGAS DE AMARRE	M3	1,04	762,65	793,16
4.7	DINTELES DE PUERTAS Y VENTANAS	ML	14,00	26,75	374,50
4.8	ESTRUCTURA DE CISTERNA	M3	5,00	656,98	3.284,90
5.0	MUROS				
5.1	MURO DE PIEDRA BASE H=0,40 M	M2	25,00	21,73	543,25
6.0	CONTRAPISOS				
6.1	HORMIGON SIMPLE E=0,08 M	M2	59,00	13,42	791,78
7.0	SOBREPISOS				
7.1	BALDOSA BLANCA GP 30 X 30	M2	2,00	43,58	87,16
7.2	BALDOSA BLANCA GM 30 X 30	M3	54,00	53,25	2.875,50
7.3	BALDOSA DE GRES 30 X 30	M4	4,00	29,83	119,31

7.4	GRANITO EN GRADAS	M2	4,00	197,42	789,68
8.0	PAREDES				
8.1	BLOQUE PESADO CONCRETO 14X19X39	M2	80,00	27,38	2.190,40
8.2	BLOQUE LIVIANO CONCRETO 9X19X39 ACANALADO	M2	54,00	20,80	1.123,20
8.3	BLOQUE FACHADA CONCRETO 9X19X39 ACANALADO	M2	2,00	23,01	46,02
8.4	LADRILLO CHICO	M2	3,00	29,43	88,29
9.0	ENLUCIDOS				
9.1	EXTERIORES (FACHADA)	M2	80,00	24,07	1.925,60
9.2	INTERIORES	M2	194,00	15,69	3.042,89
9.3	FILOS	ML	52,00	2,72	141,39
9.4	CUADRADA DE BOQUETES	M2	8,00	4,23	33,81
10.0	REVESTIMIENTO DE PAREDES				
10.1	AZULEJO 11X11	M2	10,00	28,27	282,70
10.2	AZULEJO 20X20	M2	10,00	29,43	294,30
11.0	PINTURAS				
11.1	EXTERIORES (FACHADA)	M2	80,00	7,07	565,52
11.2	INTERIORES	M2	174,00	6,74	1.172,76
11.3	EMPASTADO	M2	254,00	5,24	1.330,96
12.0	TUMBADOS				
12.1	FIBROCEL 0.60 X 0.65	M2	59,00	65,57	3.868,63
13.0	CUBIERTAS				
13.1	PLACA 7 NT 4' ESTRUCTURA METALICA	M2	77,00	33,03	2.543,31
14.0	INSTALACION ELECTRICA				
14.1	ACOMETIDA	ML	3,00	206,79	620,36
14.2	PANEL DE MEDIDOR	GBL	1,00	280,81	280,81
14.3	PANEL DE DISTRIBUCION	GBL	1,00	763,07	763,07
14.4	PUNTOS DE LUZ	U	9,00	66,44	597,96
14.5	PUNTO DE TIMBRE	U	1,00	70,51	70,51
14.6	TOMACORRIENTES 110 V	U	11,00	68,11	749,21
14.7	TOMACORRIENTES 220 V	U	2,00	89,86	179,72
14.8	TOMACORRIENTE PARA BOMBA	U	1,00	115,83	115,83
14.9	ACOMETIDA PARA TELEFONO	ML	9,00	92,43	831,87
14.10	PUNTO DE TELEFONO	U	1,00	59,15	59,15
15.0	INSTALACION SANITARIA				
15.1	ACOMETIDA DE CISTERNA	ML	15,00	50,49	757,35
15.2	INSTALACION BOMBA AUTOMATICA	GBL	1,00	806,56	806,56
15.3	DISTRIBUCION AGUA FRIA	PTO	6,00	44,11	264,66
15.4	DISTRIBUCION AGUA CALIENTE	PTO	2,00	56,92	113,84
15.5	PUNTO AGUA FRIA	PTO	6,00	59,11	354,66
15.6	PUNTO AGUA CALIENTE	PTO	3,00	68,09	204,27
15.7	LAVATORIO BLANCO	U	1,00	112,31	112,31

15.8	INODORO	U	1,00	142,43	142,43
15.9	TINA 170 X 80 X 40	U	1,00	354,56	354,56
15.10	LAVADERO TEKA 1 POZO	U	1,00	146,57	146,57
15.11	LAVARROPA GRANITO GRANDE	U	1,00	60,25	60,25
15.12	CAJAS DE REGISTRO	U	4,00	135,83	543,32
15.13	TUBERIA DESAGUE 6"	U	9,00	74,40	669,56
16.0	PUERTAS Y VENTANAS				
16.1	PUERTA DE ROBLE 0,90 X 2,00	U	2,00	412,70	825,40
16.2	PUERTA DE LAUREL 0,80 X 2,00	U	3,00	326,72	980,16
16.3	PUERTA DE LAUREL 0,60 X 2,00	U	1,00	311,54	311,54
16.4	PUERTA DE PLYWOOD 0,80 X 2,00	U	4,00	306,97	1.227,88
16.5	VENTANA ALUMINIO VIDRIO CELOSIA MALLA	M2	8,00	117,06	936,48
17.0	CERRADURAS				
17.1	ENTRADA PRINCIPAL	U	1,00	85,46	85,46
17.2	ENTRADA SECUNDARIA	U	1,00	71,11	71,11
17.3	DORMITORIO	U	2,00	65,45	130,90
17.4	BAÑO	U	1,00	57,08	57,08
18.0	VARIOS				
18.1	LOSA DE MESON	ML	2,00	85,17	170,34
18.2	IMPERMEABILIZACION DE CISTERNA	M2	37,00	13,00	481,00
18.3	REJAS	M2	8,00	53,68	429,44
18.4	TIERRA VEGETAL PARA JARDIN	M3	4,00	24,00	96,00
18.5	DESALOJO	VIAJE	3,00	45,76	137,28
				SUB-TOTAL	51.996,81
				IVA 12%	6.239,62
					58.236,43

DETALLE:

COLUMNA DE H.A. 0,20 x 0,20 m

CANT.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
CONCRETERA	2,00	4,28	8,56	0,8000	6,85
VIBRADOR	2,00	3,00	3,00	0,8000	2,40
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.					0,46
SUBTOTAL M					9,71
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
ESTR. OC. E2 (PEON)	5,00	3,68	18,40	8,0000	147,20
ESTR. OC. D2 (CARPINTERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (FIERRERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (ALBAÑIL)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. C1 (MAESTRO MAYOR)	1,00	4,01	4,01	8,0000	32,08
SUBTOTAL N					266,16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	sacos	10,00	7,60	76,00	
ARENA	m3	0,35	18,75	6,56	
arlita	sacos/20 kg	9,00	10,70	96,30	
aditivo	kg	1,00	2,50	2,50	
AGUA	m3	0,22	1,75	0,39	
HIERRO	kg	37,97	2,24	85,05	
TABLA ENCOFRADO	u	12,50	5,80	72,50	
CUARTÓN ENCOFRADO	u	9,80	4,00	39,20	
TIRA ENCOFRADO	u	5,50	2,50	13,75	
CLAVOS 2 1/2	kg	3,66	2,22	8,13	
ALAMBRE RECOCIDO 18	kg	4,08	2,20	8,98	
SUBTOTAL O				409,35	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	ton	0,47	3,09	1,45	
AGREGADOS	m3	1,15	2,66	3,06	
HIERRO	ton	0,04	3,09	0,12	
VARIOS	global	1,00	3,56	3,56	
SUBTOTAL P				8,19	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					693,42
INDIRECTOS 20 % X					104,01
UTILIDAD					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					797,43

DETALLE:

VIGA DE H.A 0.15 x 0.25 m

CANT.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
CONCRETERA	2,00	4,28	8,56	0,8000	6,85
VIBRADOR	2,00	3,00	3,00	0,8000	2,40
HERRAMIENTA MENOR 5% M.O.					0,46
SUBTOTAL M					9,71
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
ESTR. OC. E2 (PEON)	5,00	3,68	18,40	8,0000	147,20
ESTR. OC. D2 (CARPINTERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (FIERRERO)	1,00	3,62	3,62	8,0000	28,96
ESTR. OC. D2 (ALBAÑIL)	2,00	3,62	7,24	8,0000	57,92
ESTR. OC. C1 (MAESTRO MAYOR)	1,00	4,01	4,01	8,0000	32,08
SUBTOTAL N					295,12
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	sacos	10,00	7,60	76,00	
ARENA	m3	0,35	18,75	6,56	
arilita	sacos/20 Kg	9,00	10,70	96,30	
aditivo	kg	1,00	2,50	2,50	
AGUA	m3	0,22	1,75	0,39	
HIERRO	kg	37,97	2,24	85,05	
TABLA ENCOFRADO	u	12,50	5,80	72,50	
CUARTÓN ENCOFRADO	u	9,80	4,00	39,20	
TIRA ENCOFRADO	u	5,50	2,50	13,75	
CLAVOS 2 1/2	kg	3,66	2,80	10,25	
ALAMBRE RECOCIDO 18	kg	4,08	2,22	9,06	
SUBTOTAL O				411,56	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CEMENTO	ton	0,47	3,09	1,45	
AGREGADOS	m3	1,15	2,66	3,06	
HIERRO	ton	0,04	3,09	0,12	
VARIOS	global	1,00	4,44	4,44	
SUBTOTAL P				9,07	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					725,46
INDIRECTOS 20 % X					108,82
UTILIDAD					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					834,28

PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO : VILLA DE 1 PLANTAS ÁREA DE
CONSTRUCCION 70 M2

CODIGO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDADES	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	INSTALACION DE OBRAS				
1.1	CASETA DE GUARDIAN Y BODEGA	M2	12,00	44,48	533,76
1.2	INSTALACION PROVISIONAL ELECTRICA	GBL	1,00	169,17	169,17
1.3	INSTALACION PROVISIONAL DE AGUA	GBL	1,00	58,56	58,56
1.4	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	135,00	0,74	99,77
1.5	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	100,00	1,46	145,80
2.0	OBRAS DE SEGURIDAD				
2.1	CERRAMIENTO PERIMETRAL (FRENTE)	ML	9,00	37,53	337,77
3.0	EXCAVACION Y RELLENO				
3.1	EXCAVACION DE CIMIENTOS H=1,50 M	M3	83,00	10,43	865,69
3.2	EXCAVACION DE CISTERNA H=2,00 M	M3	23,00	13,41	308,43
3.3	RELLENO COMPACTADO CON CASCAJO H= 1,20	M3	65,00	24,56	1.596,40
4.0	ESTRUCTURAS				
4.1	REPLANTILLO DE HORMIGON SIMPLE E=5cm	M2	10,00	9,59	95,90
4.2	PLINTOS	M3	2,00	476,97	953,94
4.3	RIOSTRAS	M3	2,00	707,80	1.415,60
4.4	COLUMNAS DE HORMIGÓN	M3	3,27	797,43	2.607,59
4.5	VIGAS DE AMARRE	M3	1,04	834,28	867,65
4.7	DINTELES DE PUERTAS Y VENTANAS	ML	14,00	26,75	374,50
4.8	ESTRUCTURA DE CISTERNA	M3	5,00	656,98	3.284,90
5.0	MUROS				
5.1	MURO DE PIEDRA BASE H=0,40 M	M2	25,00	21,73	543,25
6.0	CONTRAPISOS				
6.1	HORMIGON SIMPLE E=0,08 M	M2	59,00	13,42	791,78
7.0	SOBREPISOS				
7.1	BALDOSA BLANCA GP 30 X 30	M2	2,00	43,58	87,16
7.2	BALDOSA BLANCA GM 30 X 30	M3	54,00	53,25	2.875,50
7.3	BALDOSA DE GRES 30 X 30	M4	4,00	29,83	119,31
7.4	GRANITO EN GRADAS	M2	4,00	197,42	789,68
8.0	PAREDES				
8.1	BLOQUE PESADO CONCRETO 14X19X39	M2	80,00	27,38	2.190,40

8.2	BLOQUE LIVIANO CONCRETO 9X19X39 ACANALADO	M2	54,00	20,80	1.123,20
8.3	BLOQUE FACHADA CONCRETO 9X19X39 ACANALADO	M2	2,00	23,01	46,02
8.4	LADRILLO CHICO	M2	3,00	29,43	88,29
9.0	ENLUCIDOS				
9.1	EXTERIORES (FACHADA)	M2	80,00	24,07	1.925,60
9.2	INTERIORES	M2	194,00	15,69	3.042,89
9.3	FILOS	ML	52,00	2,72	141,39
9.4	CUADRADA DE BOQUETES	M2	8,00	4,23	33,81
10.0	REVESTIMIENTO DE PAREDES				
10.1	AZULEJO 11X11	M2	10,00	28,27	282,70
10.2	AZULEJO 20X20	M2	10,00	29,43	294,30
11.0	PINTURAS				
11.1	EXTERIORES (FACHADA)	M2	80,00	7,07	565,52
11.2	INTERIORES	M2	174,00	6,74	1.172,76
11.3	EMPASTADO	M2	254,00	5,24	1.330,96
12.0	TUMBADOS				
12.1	FIBROCEL 0.60 X 0.65	M2	59,00	65,57	3.868,63
13.0	CUBIERTAS				
13.1	PLACA 7 NT 4' ESTRUCTURA METALICA	M2	77,00	33,03	2.543,31
14.0	INSTALACION ELECTRICA				
14.1	ACOMETIDA	ML	3,00	206,79	620,36
14.2	PANEL DE MEDIDOR	GBL	1,00	280,81	280,81
14.3	PANEL DE DISTRIBUCION	GBL	1,00	763,07	763,07
14.4	PUNTOS DE LUZ	U	9,00	66,44	597,96
14.5	PUNTO DE TIMBRE	U	1,00	70,51	70,51
14.6	TOMACORRIENTES 110 V	U	11,00	68,11	749,21
14.7	TOMACORRIENTES 220 V	U	2,00	89,86	179,72
14.8	TOMACORRIENTE PARA BOMBA	U	1,00	115,83	115,83
14.9	ACOMETIDA PARA TELEFONO	ML	9,00	92,43	831,87
14.10	PUNTO DE TELEFONO	U	1,00	59,15	59,15
15.0	INSTALACION SANITARIA				
15.1	ACOMETIDA DE CISTERNA	ML	15,00	50,49	757,35
15.2	INSTALACION BOMBA AUTOMATICA	GBL	1,00	806,56	806,56
15.3	DISTRIBUCION AGUA FRIA	PTO	6,00	44,11	264,66
15.4	DISTRIBUCION AGUA CALIENTE	PTO	2,00	56,92	113,84
15.5	PUNTO AGUA FRIA	PTO	6,00	59,11	354,66
15.6	PUNTO AGUA CALIENTE	PTO	3,00	68,09	204,27
15.7	LAVATORIO BLANCO	U	1,00	112,31	112,31
15.8	INODORO	U	1,00	142,43	142,43
15.9	TINA 170 X 80 X 40	U	1,00	354,56	354,56

15.10	LAVADERO TEKA 1 POZO	U	1,00	146,57	146,57
15.11	LAVARROPA GRANITO GRANDE	U	1,00	60,25	60,25
15.12	CAJAS DE REGISTRO	U	4,00	135,83	543,32
15.13	TUBERIA DESAGUE 6"	U	9,00	74,40	669,56
16.0	PUERTAS Y VENTANAS				
16.1	PUERTA DE ROBLE 0,90 X 2,00	U	2,00	412,70	825,40
16.2	PUERTA DE LAUREL 0,80 X 2,00	U	3,00	326,72	980,16
16.3	PUERTA DE LAUREL 0,60 X 2,00	U	1,00	311,54	311,54
16.4	PUERTA DE PLYWOOD 0,80 X 2,00	U	4,00	306,97	1.227,88
16.5	VENTANA ALUMINIO VIDRIO CELOSIA MALLA	M2	8,00	117,06	936,48
17.0	CERRADURAS				
17.1	ENTRADA PRINCIPAL	U	1,00	85,46	85,46
17.2	ENTRADA SECUNDARIA	U	1,00	71,11	71,11
17.3	DORMITORIO	U	2,00	65,45	130,90
17.4	BAÑO	U	1,00	57,08	57,08
18.0	VARIOS				
18.1	LOSA DE MESON	ML	2,00	85,17	170,34
18.2	IMPERMEABILIZACION DE CISTERNA	M2	37,00	13,00	481,00
18.3	REJAS	M2	8,00	53,68	429,44
18.4	TIERRA VEGETAL PARA JARDIN	M3	4,00	24,00	96,00
18.5	DESALOJO	VIAJE	3,00	45,76	137,28
				SUBTOTAL	52.310,7
				L	7
				IVA 12%	6.277,29
					58.588,0
					7

Anexo 6.

Reporte Fotográfico
Análisis Granulométrico por tamizado



Material y esferas de acero para Abrasión



Material Grueso en la Maquina los Ángeles



Material ligero usado



Mezclado de Hormigón



Varillado de Especímenes Cilíndricos



Acabado de Especímenes Cilíndricos



Especímenes Cilíndricos



Ensayo de Cilindros a Compresión

