

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Informe de competencias y actividades
desarrolladas como asistente de laboratorio de
suelos y concreto en planta de concreto - Ecoserm -
Rancas**

Jhonatan Franz Jurado Travezaño

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jhonatan Franz JURADO TRAVEZAÑO, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 71922479, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. El trabajo de suficiencia profesional titulado: "INFORME DE COMPETENCIAS Y ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO ASISTENTE DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO EN PLANTA DE CONCRETO – ECOSERM – RANCAS", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. El trabajo de suficiencia profesional no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. El trabajo de suficiencia profesional es original e inédito, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

30 de octubre de 2023.



Jhonatan Franz JURADO TRAVEZAÑO

DNI. No. 71922479

TSP - JURADO TRAVEZAÑO JHONATAN FRANZ

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	bibliotecas.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
9	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	1%

10	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1 %
12	porticus.usantotomas.edu.co Fuente de Internet	<1 %
13	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
16	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
17	1library.co Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
20	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.uns.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.upeu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1 %

24

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

25

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.ufpso.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

27

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

28

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

30

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

repository.unimilitar.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

33	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
34	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
36	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
38	kupdf.net Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.uti.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
41	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.undac.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

45

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

47

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

48

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

49

www.doccity.com

Fuente de Internet

<1 %

50

biblioteca.upbbga.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

51

repositorio.ufpso.edu.co:8080

Fuente de Internet

<1 %

52

biblioteca.uajms.edu.bo

Fuente de Internet

<1 %

53

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

54

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

56	repository.upb.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
57	ri.uaq.mx Fuente de Internet	<1 %
58	e-catalog.nlb.by Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
60	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
61	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
63	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
64	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
65	fdocuments.ec Fuente de Internet	<1 %
66	fdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
67	vsip.info	

Fuente de Internet

<1 %

68

Submitted to Universidad Rey Juan Carlos

Trabajo del estudiante

<1 %

69

pt.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

70

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

71

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

72

myslide.es

Fuente de Internet

<1 %

73

pdfcookie.com

Fuente de Internet

<1 %

74

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

75

repository.udistrital.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

76

repositorio.uan.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

77

repositorio.upt.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

78

www.repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

79

Submitted to Universidad Politecnica
Salesiana del Ecuador

Trabajo del estudiante

<1 %

80

dokumen.pub

Fuente de Internet

<1 %

81

www.clubensayos.com

Fuente de Internet

<1 %

82

www.creditosperu.com.pe

Fuente de Internet

<1 %

83

conconcreto.com

Fuente de Internet

<1 %

84

Submitted to Universidad Nacional de Trujillo

Trabajo del estudiante

<1 %

85

patents.google.com

Fuente de Internet

<1 %

86

www.atlantisthepalm.com

Fuente de Internet

<1 %

87

www.neptuniaviajes.com.ar

Fuente de Internet

<1 %

88

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1 %

89

Submitted to Pontificia Universidad Catolica
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

90	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	<1 %
91	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
92	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
93	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	<1 %
94	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
95	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
96	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
97	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
98	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
99	catalonica.bnc.cat Fuente de Internet	<1 %

100	repositorio.unibague.edu.co Fuente de Internet	<1 %
101	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
102	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
103	Ferrán Navarro Ferrer. "Modelos predictivos de las características prestacionales de hormigones fabricados en condiciones industriales", Universitat Politecnica de Valencia, 2016 Publicación	<1 %
104	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
105	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
106	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
107	revistainterforum.com Fuente de Internet	<1 %
108	southforest0.tistory.com Fuente de Internet	<1 %
109	www.cdi.org.pe Fuente de Internet	<1 %

110	www.jove.com Fuente de Internet	<1 %
111	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
112	EDWIN ROBERTO GUDIÉL RODRÍGUEZ. "Utilización de residuos de Neumáticos Fuera de Uso en conglomerantes con base cemento portland y de activación alcalina para uso en prefabricados de bajo coste económico y medioambiental.", Universitat Politecnica de Valencia, 2017 Publicación	<1 %
113	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
114	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
115	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
116	idoc.tips Fuente de Internet	<1 %
117	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
118	repositorio.espe.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
119	repositorio.unfv.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

120 repositorio.upla.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

121 search.bvsalud.org
Fuente de Internet

<1 %

122 www.bpipaclub.com
Fuente de Internet

<1 %

123 www.infoaliment.com
Fuente de Internet

<1 %

124 www.informare.it
Fuente de Internet

<1 %

125 www.inti.gov.ar
Fuente de Internet

<1 %

126 www.metarevistas.org
Fuente de Internet

<1 %

127 www.mgv-portal.eu
Fuente de Internet

<1 %

128 2cyg1u24pr903unzk92wub21-
wpengine.netdna-ssl.com
Fuente de Internet

<1 %

129 archive.org
Fuente de Internet

<1 %

130 davidtejo.com
Fuente de Internet

<1 %

131 papeldearbol-papeldearbol.blogspot.com
Fuente de Internet

<1 %

132 pdffox.com
Fuente de Internet

<1 %

133 repositorioacademico.upc.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

134 techdocs.broadcom.com
Fuente de Internet

<1 %

135 tesis.ipn.mx
Fuente de Internet

<1 %

136 www.direccionar.com.ar
Fuente de Internet

<1 %

137 www.dspace.espol.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %

138 www.dspace.uce.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %

139 www.elec.ru
Fuente de Internet

<1 %

140 www.juntadeandalucia.es
Fuente de Internet

<1 %

141 www.ocpi.cu
Fuente de Internet

<1 %

142 www.revistasice.com Fuente de Internet <1 %

143 www.unica.edu.pe Fuente de Internet <1 %

144 www.worldvolunteerweb.org Fuente de Internet <1 %

145 JCI INGENIERIA & SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C.. "Tercer ITS de la Unidad Minera Cerro de Pasco-IGA0012891", R.D. N° 00097-2020-SENACE-PE/DEAR, 2021
Publicación <1 %

146 Ramón Tejada Oliveros. "Optimización de las propiedades de tenacidad e impacto de formulaciones de ácido poliláctico (PLA), mediante mezclas con polímeros flexibles y optimización de los sistemas de compatibilización", Universitat Politecnica de Valencia, 2023
Publicación <1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

TSP - JURADO TRAVEZAÑO JHONATAN FRANZ

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

COMENTARIOS GENERALES

/0

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

PÁGINA 20

PÁGINA 21

Agradecimiento

Inicialmente, deseo expresar mi gratitud a Dios, por su presencia y orientación durante mi trayectoria de desarrollo profesional, por ser mi apoyo en momentos de vulnerabilidad y por brindarme sabios consejeros a lo largo de mi recorrido académico y laboral.

Quiero agradecer a mis progenitores, por otorgarme su respaldo incondicional y por aconsejarme en todo momento, por enseñarme a diferenciar lo bueno de lo malo y porque siempre estuvieron al pendiente de mí y de mi bienestar.

Deseo expresar mi agradecimiento al ingeniero Ángel Aquino, mi asesor en la elaboración de este informe para la obtención de mi suficiencia profesional, por su orientación y asistencia, así como por su amistad y respaldo, lo cual me permitió adquirir un conocimiento mucho más amplio que el desarrollado en el proyecto.

Deseo manifestar mi gratitud a la compañía Ecoserm – Rancas por la guía, credibilidad y sabiduría que me ha proporcionado, lo cual ha posibilitado que pueda concluir exitosamente esta labor de competencia académica.

Dedicatoria

A Dios, por brindarme la oportunidad de llegar a este momento tan significativo en mi vida.

A mis padres, Alberto y Elizabeth, por haberme moldeado como la persona que soy hoy en día. Reconozco que muchos de mis logros se deben a su influencia y apoyo, incluyendo este momento tan importante.

A mis familiares directos Jeffrey y Leyci, que siempre siguen mis pasos, para que me tomen como ejemplo a seguir y poderse encaminar en su vida académica.

Índice

Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice	iv
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras	xv
Resumen	xvii
Introducción	xviii
Capítulo I	20
Aspectos Generales de la Empresa	20
1.1. Datos Generales de la Institución.....	20
1.2. Actividades Principales de la empresa	20
1.3. Reseña Histórica de la empresa.....	21
1.3.1. Consejo de Administración.....	21
1.3.2. Consejo de Vigilancia.....	22
1.3.3. Trayectoria Empresarial.....	22
1.4. Valores	23
1.5. Principios Institucionales	23
1.6. Código de Ética	23
1.7. Estructura Orgánica.....	24
1.7.1. Niveles Jerárquicos	24
1.7.1.1. Instancias de Alto Gobierno.....	24
1.7.1.2. Órgano de control.....	24
1.7.1.3. Órganos de Asesoramiento	24
1.7.1.4. Órganos de Apoyo	24
1.7.1.5. Órganos de Línea	25
1.7. Visión y Misión.....	28
1.7.2. Visión.....	28
1.7.3. Misión	28
1.8. Temas Estratégicos.....	28
1.9. Intereses Organizacionales	29
1.10. Detalle del Entorno donde se Realizan las Labores Profesionales	29
1.11. Detalle de la Posición y de las Funciones a cargo del Bachiller en la Compañía.....	29

1.11.2. Posición Ocupada	29
1.11.3. Descripción de Actividades Desarrolladas en el Cargo	29
Capítulo II	33
Aspectos Generales de las Actividades Profesionales	33
2.1. Análisis de la Situación Actual	33
2.2. Reconocimiento de una Situación que Requiere Mejoras o Soluciones en el Área de Desempeño Profesional.....	33
2.3. Propósitos de la Labor Profesional.....	35
2.4. Justificación de la Actividad Profesional	35
Capítulo III.....	37
Marco Teórico	37
3.1. Bases Teóricas de las Actividades	37
3.1.1. Concreto.....	37
3.1.2. Características	37
3.1.3. Componentes del Concreto	38
3.1.4. Cemento Portland	38
3.1.5. Proceso de Fabricación del Cemento	39
3.1.6. Elementos Químicos Presentes en las Materias Primas	40
3.1.7. El Proceso de Hidratación del Conglomerante	40
3.1.7.1. Plástico	40
3.1.7.2. Fraguado Inicial	41
3.1.7.3. Fraguado Final	41
3.1.8. Tipos de Cemento Portland.....	41
3.1.9. Tipos de Cemento Portland Incorporando Aditivos	42
3.1.10. Agua	42
3.1.11. Funciones Principales del Agua en la Mezcla	42
3.1.11.1. Estándares que la Calidad del Agua de la Solución debe Satisfacer.....	43
3.1.11.2. Efectos del Agua con Impurezas.....	43
3.2. Características de los Materiales para Evaluar.....	44
3.2.1. Materiales Granulares para el Hormigón.....	44
3.2.1.1. Agregado Grueso	44
3.2.1.2. Muestreo.....	44
3.2.1.3. Normas	45
3.2.2. Fuente de Aprovisionamiento	45

3.2.2.1. Equipos.....	45
3.2.2.2. Muestreo.....	45
3.2.2.3. Cuarteo.....	45
3.2.3. Granulometría.....	46
3.2.3.1. Normas.....	46
3.2.3.2. Marco Teórico.....	46
3.2.3.3. Tamaño Máximo (TM).....	47
3.2.3.4. Tamaño Máximo Nominal (TMN).....	47
3.2.3.5. Equipo.....	48
3.2.3.6. Procedimiento.....	48
3.2.4. Módulo de Fineza.....	49
3.2.4.1. Normas.....	49
3.2.4.2. Marco Teórico.....	49
3.2.5. Contenido de Humedad.....	49
3.2.5.1. Normas.....	49
3.2.5.2. Marco Teórico.....	50
3.2.5.3. Equipo.....	51
3.2.5.4. Procedimiento.....	51
3.2.6. Retenido por la Malla n.º 4.....	51
3.2.6.1. Normas.....	51
3.2.7. Peso Específico.....	52
3.2.7.1. Normas.....	52
3.2.7.2. Marco Teórico.....	52
3.2.7.3. Equipos.....	53
3.2.7.4. Procedimiento.....	53
3.2.7.4. Fórmulas.....	54
3.2.8. Absorción.....	55
3.2.8.1. Normas.....	55
3.2.8.2. Marco Teórico.....	55
3.2.8.3. Equipos.....	55
3.2.8.4. Procedimiento.....	55
3.2.9. Peso Unitario Suelto.....	55
3.2.9.1. Normas.....	55
3.2.9.2. Marco Teórico.....	55

3.2.9.3. Equipos.....	56
3.2.9.4. Procedimiento	56
3.2.9.5. Fórmulas.....	56
3.2.10. Peso Unitario Varillado	57
3.2.10.1. Normas.....	57
3.2.10.2. Marco Teórico.....	57
3.2.10.3. Equipos	57
3.2.10.4. Procedimiento	57
3.2.10.5. Fórmula.....	58
3.2.11. Agregado Fino.....	58
3.2.11.1. Muestreo	58
3.2.11.2. Normas.....	59
3.2.11.3. Fuente de Abastecimiento.....	59
3.2.11.4. Equipos	59
3.2.11.5. Muestreo	59
3.2.11.6. Cuarteo.....	59
3.2.12. Granulometria.....	60
3.2.12.1. Normas.....	60
3.2.12.2. Marco Teórico.....	60
3.2.12.3. Equipo.....	62
3.2.12.4. Procedimiento	62
3.2.13. Módulo de Fineza.....	62
3.2.13.1. Normas.....	62
3.2.13.2. Marco Teórico.....	63
3.2.14. Contenido de Humedad.....	63
3.2.14.1. Normas.....	63
3.2.14.2. Marco Teórico.....	63
3.2.14.3. Equipo.....	63
3.2.14.4. Procedimiento	63
3.2.15. Peso específico	64
3.2.15.1. Normas.....	64
3.2.15.2. Marco Teórico.....	64
3.2.15.3. Equipos	64
3.2.15.4. Procedimiento	65

3.2.15.5. Fórmulas	66
3.2.16. Absorción	67
3.2.16.1. Normas	67
3.2.16.2. Marco Teórico.....	67
3.2.16.3. Equipos	67
3.2.16.4. Procedimiento	68
3.2.17. Peso Unitario Suelto.....	68
3.2.17.1. Normas	68
3.2.17.2. Marco Teórico.....	68
3.2.17.3. Equipos	69
3.2.17.4. Procedimiento	69
3.2.17.5. Fórmulas	69
3.2.18. Peso Unitario Varillado.....	70
3.2.18.1. Normas	70
3.2.18.2. Marco Teórico.....	70
3.2.18.3. Equipos	70
3.2.18.4. Procedimiento	70
3.2.18.5. Fórmulas	71
3.3. Aditivo	71
3.3.1. Clasificación de Aditivos.....	71
3.3.1.1. Aditivos Acelerantes	71
3.3.1.2. Aditivos Incorporadores de Aire.....	72
3.3.1.3. Aditivos Reductores de H ₂ O – Plastificantes	72
3.3.1.4. Aditivos Superplastificantes	73
3.3.1.5. Aditivos Impermeabilizantes	74
3.3.1.6. Aditivos Retardadores.....	74
3.4. El Diseño de las Proporciones del Concreto	74
3.4.1. Consideraciones de Diseño	75
3.4.2. Datos Esenciales sobre los Materiales Necesarios.....	76
3.5. Procedimiento y Método de Diseño.....	78
3.5.1. Método de Diseño ACI 211.1	78
3.5.1.1. Elección del Asentamiento.....	78
3.5.1.2. Selección del Tamaño Máximo Característico (TMC)	79
3.5.1.3. Estimación del Contenido de Aire	80

3.5.1.4. Estimación de la Cantidad de Agua	80
3.5.1.5. Estimación de la Relación Agua – Cemento (A/C).....	82
3.5.1.6. Cálculo del Contenido de Cemento.....	83
3.5.1.7. Verificación Granulométrica.....	83
3.5.2. Método ACI	83
3.5.3. Técnica del Índice de Fineza en la Combinación de Materiales Pétreos	85
3.5.3.1. Resistencia a la Compresión f^c	85
3.5.3.2. Resistencia Requerida f^{cr}	86
3.5.3.3. Tamaño Máximo Nominal	86
3.5.3.4. Asentamiento	86
3.5.3.5. Contenido de H_2O	87
3.5.3.6. Contenido de Aire Total.....	87
3.5.3.7. Relación Agua/Cemento A/C.....	87
3.5.3.8. Contenido de Cemento.....	88
3.5.3.9. Cálculo de Suma de Volúmenes Absolutos sin Agregados	88
3.5.3.10. Determinación del Índice de Finos en la Mezcla de Materiales Pétreos	88
3.5.3.11. Determinación del Porcentaje de Material Pétreo de Granulometría Fina ...	89
3.5.3.12. Determinación del Peso de los Materiales Pétreos en su Estado Deshidratado	89
3.5.3.13. Exposición del Diseño en su Representación Deshidratada	90
3.5.3.14. Ajuste por la Influencia de la Humedad en los Materiales Pétreos (peso en condiciones húmedas)	90
3.5.3.15. Introducción de la Humedad Proveniente de los Materiales Pétreos.....	90
3.5.3.16. Volumen de Materiales en su Estado con Contenido de Humedad.....	90
3.5.4. Método de Walker.....	90
3.5.4.1. Capacidad de Soporte bajo Carga Compresiva F^C	90
3.5.4.2. Nivel de Resistencia Necesaria F^{CR}	91
3.5.4.3. Dimensión Máxima Declarada.....	91
3.5.4.4. Nivelación de la Superficie	91
3.5.4.5. Contenido de H_2O	92
3.5.4.6. Contenido de Aire Total.....	92
3.5.4.7. Relación A/C.....	93
3.5.4.8. Contenido de Cemento.....	93

3.5.4.9. Determinación de la Agregación de Volúmenes Absolutos Excluyendo Materiales Pétreos	93
3.5.4.10. Índice de Material Pétreo de Granulometría Fina.....	93
3.5.4.11. Determinación de las Masas Deshidratadas de los Materiales Pétreos	94
3.5.4.12. Exhibición del Diseño en su Representación Desprovista de Humedad	95
3.5.4.13. Ajuste Debido a la Influencia de la Humedad en los Materiales Pétreos (masa en condiciones húmedas).....	95
3.5.4.14. Incorporación de la Humedad Proveniente de los Materiales Pétreos.....	95
3.5.4.15. Volumen de Materiales en su Condición de Humedad Presente	96
3.6. Pruebas para Realizar en el Hormigón.....	96
3.6.1. Preparación de Muestras	96
3.6.1.1. Elaboración de Concreto	96
3.6.1.2. Preparación de Muestras Cilíndricas de Hormigón.....	97
3.6.2. Ensayos en Estado Fresco del Concreto	98
3.6.2.1. Asentamiento	98
3.6.2.2. Peso Unitario Fresco	100
3.6.2.3. Contenido de Aire	101
3.6.3. Ensayos en Estado Endurecido	104
3.6.3.1. Capacidad de Soportar Fuerzas de Compresión.....	104
Capítulo IV	105
Descripción de las Actividades Profesionales	105
4.1. Descripción de Actividades Profesionales	105
4.1.1. Enfoque de las Actividades Profesionales	105
4.1.2. El Ámbito de las Responsabilidades Laborales	105
4.1.3. Los Resultados o Productos Obtenidos de las Labores Profesionales	106
4.1.3.1. Diseños de Concreto	106
4.1.3.2. Agregado de Mayor Tamaño	106
4.1.3.3. Agregado Fino.....	130
4.1.3.4. Diseño de Mezclas del Concreto.....	158
4.1.3.5. Método de diseño ACI 211	161
4.1.3.6. Pruebas por realizar en el hormigón.....	176
4.1.3.7. Difusión de Charlas al Personal Obrero.....	193
4.1.3.8. Coordinaciones de Trabajos Diarios	193
4.2. Aspectos Técnicos de la Labor Profesional	193

4.2.1. Metodologías	193
4.2.2. Técnicas	193
4.2.3. Instrumentos.....	194
4.3. Ejecución de las Actividades Profesionales	195
4.3.1. Cronograma de Actividades Realizadas	195
4.3.2. Secuencia, Proceso y Operativa de las Actividades Profesionales	197
4.3.2.1. Análisis de los Agregados.....	197
4.3.2.2. Diseño de Mezclas	197
4.3.2.3. Preparado del Concreto.....	197
4.3.2.4. Transporte de Concreto Premezclado	197
4.3.2.5. Pruebas del Hormigón en su Estado Reciente.....	197
4.3.2.6. Pruebas del Concreto una vez que ha Alcanzado su Estado de Solidificación	198
Capítulo V.....	199
Resultados.....	199
5.1. Resultados Finales de las Actividades Realizadas	199
5.2. Logros Alcanzados.....	199
5.3. Dificultades Encontradas	200
5.4. Propuesta de Mejoras	201
5.4.1. Metodologías Propuestas	201
5.4.2. Descripción de la Implementación.....	201
5.5. Análisis.....	202
5.6. Aporte del Bachiller en la Empresa.....	202
Conclusiones	204
Recomendaciones	205
Lista de Referencias.....	206
Anexos	208

Índice de Tablas

Tabla 1. Estructura química básica de las materias primas del cemento	40
Tabla 2. Las proporciones habituales de los óxidos presentes en el cemento Portland	40
Tabla 3. Límites permisibles para agua de mezcla.....	43
Tabla 4. Recomendaciones de valores de asentamiento para distintos tipos de construcción	79
Tabla 5. Valores sugeridos TMC de acuerdo con el tipo de edificación	79
Tabla 6. Recomendaciones para los niveles de concentración de aire en el concreto en distintas categorías de exposición	80
Tabla 7. Aproximadamente, las necesidades de agua para la mezcla	81
Tabla 8. La correlación entre la fuerza de compresión y ciertos valores de la proporción agua/cemento	82
Tabla 9. Sugerencias de distribución de tamaño para el agregado grueso, de acuerdo con las pautas establecidas en las normas ASTM C33.....	83
Tabla 10. Orientaciones relativas a la distribución de tamaño del agregado fino, siguiendo las directrices establecidas en la norma ASTM C33	83
Tabla 11. El volumen del agregado grueso con relación al volumen del concreto (b/bo)	85
Tabla 12. Proporciones de los elementos de la combinación expresadas en unidades de peso y capacidad para un metro cúbico de concreto	85
Tabla 13. Resistencia requerida f'_{cr}	86
Tabla 14. Prueba del slump.....	86
Tabla 15. Contenido de H_2O	87
Tabla 16. Contenido de aire total	87
Tabla 17. Relación de H_2O /cemento.....	88
Tabla 18. Módulo de fineza en la combinación del agregado.....	89
Tabla 19. Nivel de resistencia F'_{CR}	91
Tabla 20. Asentamiento	92
Tabla 21. Asentamiento	92
Tabla 22. Contenido de aire total	92
Tabla 23. Relación A/C.....	93
Tabla 24. Índice de agregado granulado	94
Tabla 25. Utilización del análisis de granulometría para el agregado grueso de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 400.037	112

Tabla 26. Volumen mínimo necesario de la muestra de agregado grueso para realizar un análisis exhaustivo	113
Tabla 27. Se realiza la verificación del peso inicial de la muestra proveniente de la cantera Robles, el cual es de 5200 kg	114
Tabla 28. Se lleva a cabo la evaluación del peso inicial de la muestra extraída de la cantera Robles, siendo este de 5694 kg	114
Tabla 29. Control de diferentes tamices a un peso inicial de la muestra 5480 kg de la cantera Robles	115
Tabla 30. Resultados de muestra	117
Tabla 31. Resultados de número de tara	119
Tabla 32. Resultados de cantera Sergensaf	120
Tabla 33. Peso específico promedio	124
Tabla 34. Promedio de absorción de las tres muestras.....	125
Tabla 35. Promedio del peso unitario suelto.....	128
Tabla 36. Promedio del peso unitario varillado.....	130
Tabla 37. Norma NTP 400.037	134
Tabla 38. Granulometría de arena segundo resultados	137
Tabla 39. Granulometría de arena, segunda cantera - resultados.....	138
Tabla 40. Granulometría de arena segunda cantera – resultados	139
Tabla 41. Granulometría de arena shotcrete resultados	140
Tabla 42. Granulometría de arena shotcrete resultados	141
Tabla 43. Granulometría de arena shotcrete resultados	142
Tabla 44. Los resultados del índice de finura de la arena secundaria	144
Tabla 45. Módulo de fineza de arena shotcrete resultados	144
Tabla 46. Contenido de humedad - arena segunda resultados	145
Tabla 47. Contenido de humedad de arena shotcrete resultados	146
Tabla 48. Resultado del contenido de humedad de la arena en la segunda prueba.....	150
Tabla 49. Contenido de Humedad de arena shotcrete resultados.....	150
Tabla 50. Resultados del contenido de humedad de la arena en la segunda medición	152
Tabla 51. Resultados del contenido de humedad de la arena en la prueba de shotcrete	152
Tabla 52. Contenido de humedad de arena segunda resultados.....	155
Tabla 53. Contenido de humedad de arena shotcrete resultados	155
Tabla 54. Resultados de la determinación del contenido de humedad de la arena en la segunda prueba.....	158

Tabla 55. Contenido de humedad de arena shotcrete resultados	158
Tabla 56. Recomendaciones de niveles de asentamiento apropiados para diferentes categorías de construcción	163
Tabla 57. Valores aconsejados de TMN en función de la clase de edificación	163
Tabla 58. Valores aconsejados para el contenido de aire en el hormigón en distintos niveles de exposición	164
Tabla 59. Estimaciones aproximadas de la cantidad de agua necesaria para la mezcla	165
Tabla 60. Correlación entre la fuerza de compresión y ciertos valores de la proporción agua-cemento	166
Tabla 61. Indicaciones de gradación recomendadas para el agregado grueso, de acuerdo con las directrices de la norma ASTM C33	168
Tabla 62. Pautas de gradación sugeridas para el agregado fino, según las especificaciones de la norma ASTM C33	168
Tabla 63. Proporción de volumen de agregado grueso respecto al volumen total de concreto (b/bo)	170
Tabla 64. Relaciones de los materiales de la combinación en términos de peso y volumen para 1,00 m ³ de hormigón	170
Tabla 65. Peso unitario fresco	191

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura orgánica.....	27
Figura 2. Componentes del concreto.....	37
Figura 3. El procedimiento de producción del cemento	39
Figura 4. Curvas de requerimientos de agua de mezclado.....	81
Figura 5. Las gráficas de capacidad de resistencia a la compresión y la proporción H ₂ O / cemento	82
Figura 6. Proceso de procedimientos de muestreo de agregados gruesos.....	109
Figura 7. Proceso de cuarteo de agregados gruesos.....	110
Figura 8. Resultados de la evaluación granulométrica de los agregados gruesos de la cantera Robles	114
Figura 9. Análisis de la distribución de tamaños del agregado grueso proveniente de la cantera Robles	115
Figura 10. Granulometría del agregado grueso de la cantera Robles	116
Figura 11. Proceso de prueba de densidad específica de gruesos	123
Figura 12. Proceso de prueba de peso unitario de gruesos	127
Figura 13. Proceso de método de compactación de gruesos.....	130
Figura 14. Proceso de cuarteo de los áridos finos.....	133
Figura 15. Las normas NTP 400.037 y ASTM C 33 posibilitan una amplia gama de opciones en cuanto a la gradación del agregado fino	137
Figura 16. Granulometría de agregado fino arena, segunda cantera Sergensaf	138
Figura 17. Granulometría de agregados finos segunda cantera	139
Figura 18. Granulometría agregados finos segunda cantera	140
Figura 19. Granulometría de agregados finos segunda cantera	141
Figura 20. Granulometría de agregados finos segunda cantera	142
Figura 21. Granulometría de agregados finos segunda cantera	143
Figura 22. El picnómetro (Fiora) es capaz de contener 500 ml o una cantidad mayor.....	148
Figura 23. El picnómetro (Fiora) es capaz de contener 500 ml o una cantidad mayor.....	149
Figura 24. Determinación del peso volumétrico	154
Figura 25. Compactado del agregado fino.....	157
Figura 26. Gráficas de las necesidades de agua para la mezcla.....	165
Figura 27. Gráficas de la fuerza de compresión y la proporción agua-cemento.....	166

Figura 28. Preparación de cilindros de muestra de hormigón.....	179
Figura 29. Preparación de cilindros de muestra de concreto	181
Figura 30. Preparación de pruebas en condición fresca del concreto	184
Figura 31. Preparación del contenido de aire.....	188
Figura 32. Evaluación de la resistencia a la compresión	190
Figura 33. Resistencia a la compresión.....	192
Figura 34. Cronograma de actividades realizadas	196

Resumen

Actualmente, la adquisición de conocimientos técnicos, prácticos y excelencia que los educandos necesitan para desarrollar competencias, habilidades y capacidad de trabajo en equipo, son aspectos cruciales que la universidad proporciona en el entorno laboral.

El informe actual de competencias y actividades desarrolladas en calidad de asistente de laboratorio de suelos y concreto en planta de concreto – Ecoserm – Rancas, específicamente en la evaluación de la calidad de los agregados para obtener una mezcla adecuada de *shotcrete*, se presenta de manera precisa, breve y clara, describiendo los diversos procesos y actividades involucrados en dicha tarea.

Mi propósito es difundir los conocimientos obtenidos a través de mis diversas experiencias durante mi desarrollo como asistente de laboratorio de suelos y concreto, con la finalidad de asistir a los futuros ingenieros en cuanto a los variados procedimientos de evaluación de calidad de agregados y la dosificación del *shotcrete* con fines de sostenimiento en la actividad minera, como la que se detalla en este informe.

El Laboratorio de Gestión y Control de Calidad de Suelos y Hormigón de Ecoserm – Rancas ha creado diversas estructuras de hormigón que pueden ser manufacturadas a nivel industrial, donde el concreto elaborado para diferentes estructuras incluye potenciar sus características físicas de perdurabilidad.

Introducción

Cuando se evalúan estructuras en las que, por diversas razones, es necesario conocer las propiedades del hormigón, los efectos de accidentes o cambios de uso, o simplemente el estado actual de cumplimiento de las normas peruanas, la información necesaria para respaldar dichas evaluaciones técnicas y determinar el tipo de hormigón adecuado para la estructura puede obtenerse mediante equipos especiales y es necesario confiar en los técnicos.

El hormigón actual requiere la incorporación de aditivos para mejorar sus propiedades mecánicas y su durabilidad. Por lo tanto, el hormigón fresco se desarrolla para diferentes estructuras en Cerro de Pasco y sus alrededores, con composiciones y resistencias a la compresión adaptadas a los requisitos específicos de cada cliente. El acelerado progreso tecnológico de las nuevas materias primas para la producción de aditivos y adiciones ha hecho posible la producción de hormigón premezclado.

Por esta razón, el Centro de Investigación y Evaluación de la Calidad de Suelos y Hormigón de Ecoserm – Rancas ha desarrollado varias estructuras de hormigón que pueden ser producidas industrialmente.

El trabajo de competencia académica se encuentra estructurado en cinco apartados.

Capítulo I.– En esta sección se brindan pormenores acerca de los elementos generales de la compañía o entidad, abarcando datos sobre sus labores primordiales, un breve repaso histórico, su estructura organizativa, su propósito y visión, los fundamentos legales que la respaldan, y un minucioso relato acerca del ámbito y la posición ocupada por el graduado dentro de la empresa donde ejerce su labor profesional.

Capítulo II.– En este segmento se exponen los elementos generales de las labores ocupacionales, donde se detallan los precedentes, la identificación de oportunidades o requerimientos en el ámbito pertinente, los propósitos, la fundamentación y los logros anticipados de la actividad que se llevará a cabo en el entorno profesional.

Capítulo III.– Se expone la fundamentación teórica, la cual comprende una exposición minuciosa de los fundamentos conceptuales en los cuales se apoyan las metodologías o acciones realizadas en el proyecto o labor en discusión.

Capítulo IV.– En esta sección se ofrece una explicación minuciosa de las labores ocupacionales llevadas a cabo por el estudiante de bachillerato, englobando aspectos técnicos y la realización de dichas tareas.

Capítulo V.– Resultados: en esta sección se lleva a cabo una valoración de los efectos conseguidos, los éxitos logrados, los desafíos enfrentados, se proponen potenciales mejoras y se realiza un examen detallado de las acciones realizadas, considerando la contribución del estudiante de bachillerato a la organización.

Capítulo I

Aspectos Generales de la Empresa

1.1. Datos Generales de la Institución

- Razón Social: “Empresa Comunal de Servicios Múltiples Rancas”
- Nombre comercial: “Ecoserm Rancas”
- RUC: 20130680896
- Tipo de empresa: comunidad campesina, nativa
- Condición: activo
- Actividad comercial: transporte de carga; preparación del terreno y unidades de negocio
- CIU: 60230
- Dirección: av. La Minería s/n, Rancas (primera cdra.), Simón Bolívar, Pasco, Perú.

1.2. Actividades Principales de la empresa

Ecoserm Rancas: empresa que realiza obras mineras a nivel nacional, obras de servicios de parada de planta, ingeniería civil, servicios de alquiler de equipos y maquinaria minera y de ingeniería civil, negocio de combustibles y de concreto premezclado, y tiene alianzas estratégicas con el Gobierno y el sector privado.

Ecoserm Rancas está en toda actividad minera de Cerro de Pasco y alrededores dedicándose al servicio de obras civiles dentro de las empresas mineras, también con el abastecimiento de combustible y de concreto premezclado dentro y fuera de las unidades mineras.

Ecoserm Rancas ha llevado a cabo diversas obras:

- El proyecto Tarma, donde se realizó el movimiento de tierras correspondiente al tramo "*JU-103: EMP. PE-22 a Palca-Tapo-Antacucho-Ricran-abra Cayan-Yauli-Pacan-Emp., PE-3S a Jauja – región Junín*", servicio contratado por el consorcio vial Wanka.
- Proyecto Alpamarca Tajo: traslado de mineral y de desmonte de tajo abierto en la unidad minera Alpamarca de la Cía. Volcan ubicado en Carhuacayan.
- Proyecto Ocroyoc: restauración del depósito de residuos en la unidad minera Paragsha de la Cía. Volcan situada en el distrito de Simón Bolívar, localizado en la provincia de Pasco.
- Proyecto Santa Rosa: preparación de material con excavadora, carguío de material con cargador frontal en la Cía. minera Volcan (1).

1.3. Reseña Histórica de la empresa

La empresa Ecoserm Rancas se ubica en la comunidad rural de San Antonio de Rancas, en el cantón de Simón Bolívar, en la provincia de Pasco, a una altitud de 4380 metros sobre el nivel del mar. La comunidad de San Antonio de Rancas se caracteriza por ser un pueblo luchador y emprendedor que, gracias a sus raíces ancestrales, siempre ha buscado el progreso. De hecho, el 1 de octubre de 1990, se llegó a un acuerdo con el centro Mimperú (actualmente Volcan Cía. minera) para adquirir el derecho de uso de 141 hectáreas de tierra en un lugar llamado Santo Domingo, ubicado en el distrito de Ocroyoc, y recibir el pago en dólares. Después, en una asamblea comunitaria, se decidió de manera mayoritaria establecer una empresa conjunta con maquinaria pesada, y el 1 de agosto de 1991 se creó Ecoserm Rancas (2).

Directiva comunal que formaron Ecoserm Rancas:

1.3.1. Consejo de Administración

- **Presidente:** Abdón Rivera Muñoz
- **Vicepresidente:** Higidio Gora Ayala
- **Secretario I:** Juan Panes Espinoza

- **Secretario II:** Zaida Robles Gora
- **Tesorero:** Genaro Sánchez Custodio
- **Vocales:** Bernardo de la Cruz Santiago; Alipio Rojas Muñoz; Félix Valle Rojas; Pelayo Cotrina Callupe; Vicente Muñoz Zelada.

1.3.2. Consejo de Vigilancia

- **Presidente:** Melecio Ayala Angulo
- **Secretario:** Heladio Sánchez Bazán
- **Vocales:** Antonio Santiago Gonzales; Félix Valenzuela Cristobal; Aparicio Curiñahui Munguía; Dacio Vega Carlos (1).

1.3.3. Trayectoria Empresarial

Después de treinta años desde su establecimiento, la compañía se ha afianzado como uno de los principales proveedores de equipos para Volcan Cía. minera, la unidad Paragsha y la sociedad minera El Brocal, y ha adquirido una amplia experiencia en servicios relacionados con la industria minera. En la actualidad, el objetivo principal de la empresa es firmar un contrato laboral de veinte años con Volcan Cía. minera para garantizar el mantenimiento de las operaciones mineras y otros proyectos en varios centros de producción, utilizando equipos de última generación. Ecoserm Rancas es una empresa de gestión privada cuyo objetivo principal es abordar el problema del desempleo en las áreas rurales de San Antonio de Rancas, proporcionando empleo a los residentes locales y sus familias, y brindando apoyo económico a estas comunidades. Su meta es convertirse en una empresa líder, dinámica y competitiva, reconocida por su experiencia y habilidades profesionales, y en un modelo de asociaciones empresariales a nivel nacional. Para alcanzar este objetivo, la empresa ha diversificado sus áreas de producción y ha modernizado su maquinaria, que incluye equipos Caterpillar como dos buldóceres Ferreyros D9N y D8R, una motoniveladora 140H, un rodillo vibratorio CS-533C y una cargadora frontal 966G. Además, estos equipos están disponibles para el servicio posventa en la sucursal de Ferreyros en Huancayo.

De otro lado, se viene formando otras fuentes como obras civiles, metalmecánica, resaltando la creación del grifo Ecoferm Rancas (Primax), así como la planta de concreto que brinda los servicios de concreto premezclado con eficiencia y calidad juntamente con su laboratorio de suelos y concreto que ambos ejecutan un trabajo de calidad (2).

1.4. Valores

- **Seguridad:** En esta empresa se fomenta una mentalidad de precaución y protección para asegurar la salud y seguridad de los colaboradores para que estén protegidos cada momento.
- **Integridad:** Actuar con honestidad, disciplina y respeto en todo momento, tanto dentro como fuera de la empresa, para generar confianza en los colaboradores, proveedores y clientes.
- **Calidad:** Realizamos nuestras labores siguiendo rigurosos estándares de calidad, lo cual nos ayuda a fortalecer la confianza.
- **Trabajo en equipo:** Se busca consolidar la unión de nuestros trabajadores con el fin de alcanzar nuestras metas, mediante la creación de un clima laboral basado en la confianza mutua, la comunicación constante y el respeto.

1.5. Principios Institucionales

- Todos nuestros colaboradores deben tener una actitud positiva, la ética es parte fundamental, honesta y decente para una buena gestión administrativa y para lograr como equipo hacer lo moralmente correcto.
- Todos los colaboradores debemos ser transparentes y nunca cuestionar nuestra responsabilidad, respeto y honestidad ante nuestra institución, ante nuestros clientes y proveedores.

1.6. Código de Ética

Nuestros principios éticos deben incluirse en el marco general de los principios declarados por la Asociación Nacional de Fabricantes:

- Respetar la normativa peruana y los acuerdos internacionales suscritos por el Perú y anteponer la ley peruana a los intereses personales, empresariales y sociales. Reconocer los sistemas judiciales y de arbitraje como herramientas eficaces en todos los conflictos y desacuerdos.

- Respeto general a la libertad individual y colectiva de pensamiento, creencias y costumbres.
- Utilizar los recursos de forma eficiente y lograr un crecimiento sostenible y equilibrado en los aspectos económicos, sociales y medioambientales de los proyectos locales.
- Impulsar la formalidad, la creación de empleo y la solidaridad con las comunidades locales, y fomentar la mejora de los sistemas sanitarios y educativos de la población.
- Garantizar la seguridad de los consumidores, trabajadores y proveedores.
- Crear un entorno competitivo justo entre las empresas del sector (1).

1.7. Estructura Orgánica

1.7.1. Niveles Jerárquicos

La disposición jerárquica de Ecoserm – Rancas se encuentra establecida por su estructura organizacional.

1.7.1.1. Instancias de Alto Gobierno

- El Directorio
- La Asamblea General Comunal
- La Gerencia General

1.7.1.2. Órgano de control

- Órgano de control institucional

1.7.1.3. Órganos de Asesoramiento

- Gerencia de Asesoría
- Gerencia de Planificación y Presupuesto.

1.7.1.4. Órganos de Apoyo

- Gerencia Central de Administración y Finanzas

- Gerencia de Sistemas e Informática

- Área de Analista de Sistemas

- Gerencia de Contabilidad

- Área de Analista de Cuentas

- Área de Tesorería

- Gerencia de Recursos Humanos

- Área de Planillas

- Área de Bienestar Social

- Área de Desarrollo Social

- Gerencia de Logística

- Área de Almacén

- Área de Adquisiciones

- Área de archivo

- Área de Control Patrimonial

1.7.1.5. Órganos de Línea

- Órganos de Línea

- Área de Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional

- Área de Seguridad y Salud Ocupacional

- Área de Medio Ambiente

- Gerencia de Operaciones

- Área de Mantenimiento y Mecánica

- Área de Administrador de Contratos

- Área de Administrador de Seguros y Afiliaciones

- Órganos desconcentrados

- UEN Obras Civiles (Proyectos)

- UEN Planta de Concreto

- UEN Estación de Servicio e Hidrocarburo

- UEN C. E. P.
- UEN Salud Ocupacional

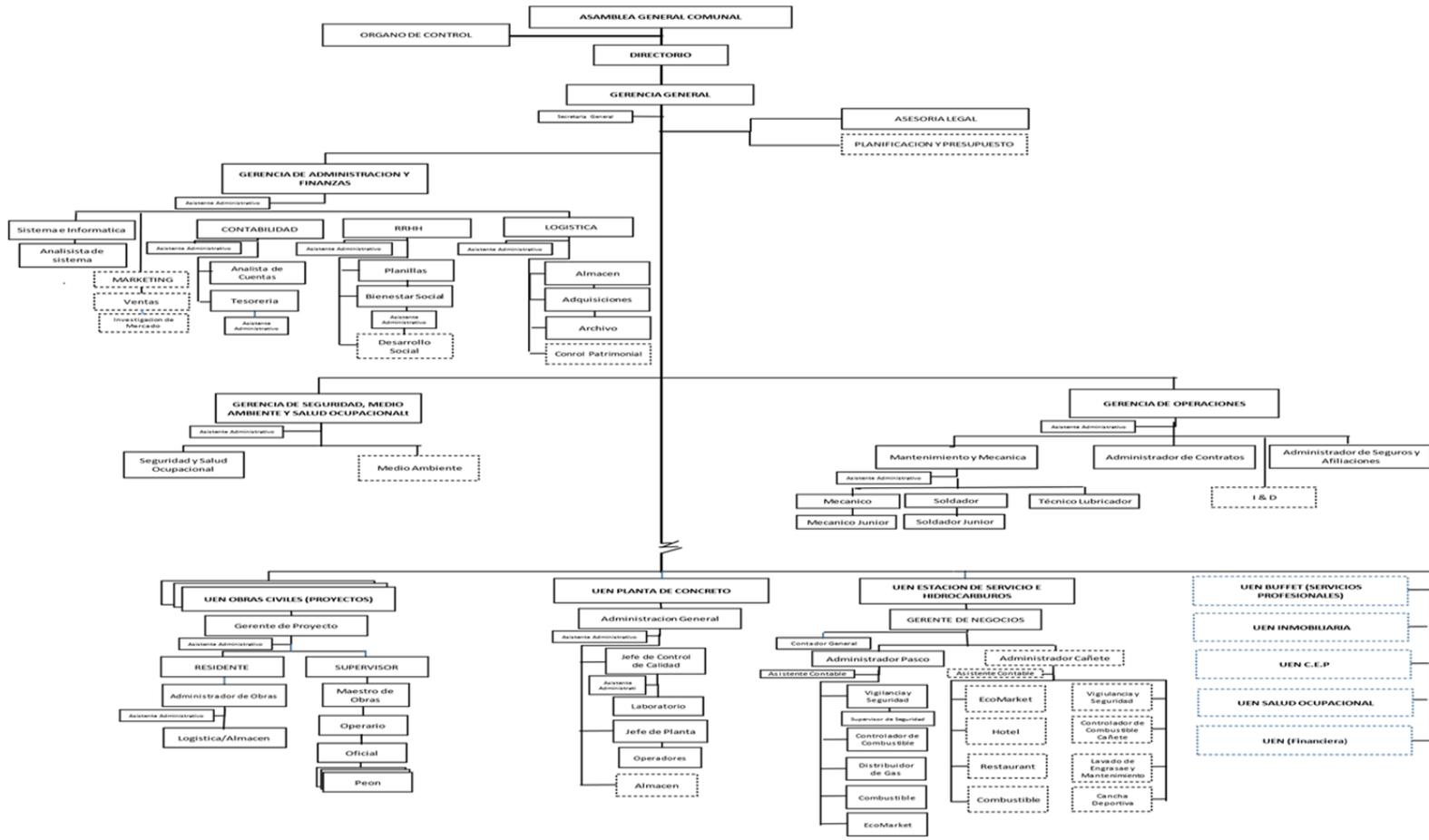


Figura 1. Estructura orgánica

1.7. Visión y Misión

1.7.2. Visión

Ser una organización comunitaria profesional con categoría mundial que opera en un marco de ética, ecoeficiencia y para el bienestar de la sociedad.

1.7.3. Misión

Somos una organización especializada en servicios de construcción e ingeniería de minas, maquinaria pesada y ligera, intermediación energética, promoción inmobiliaria y gestión de proyectos, basada en individuos de orientación humanística, arraigados en principios éticos, valores profundamente arraigados y una sólida base de conocimientos, y se sigue el acatamiento de los estándares ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

1.8. Temas Estratégicos

Para desarrollar operaciones en Perú y América Latina se debe trabajar en 5 temas estratégicos

- a) Gestión del sistema integral: Con la aplicación del SIG de calidad se obtendrá. certificaciones en ISO 9001, OSHA 14001, Gestión ambiental 18001. Mejora continua a través del círculo de Deming.
- b) Excelencia operativa: lograr ganancias de productividad mediante el uso de herramientas de gestión y la reducción de costes.
- c) Gestión de las operaciones: clara diferenciación operativa a través de la excelencia en la logística y acortar los plazos de entrega de los proyectos. Cero pérdidas de horas de trabajo.
- d) Gestión de la cartera de servicios y aplicaciones. Centrarse en los servicios y aplicaciones de alto margen e introducir la innovación en los servicios rentables.
- e) Gestión de clientes: definir un método integral de selección de clientes y prestación de servicios (productos) competentes en paquetes, a bajo coste y de alto nivel.
- f) Nuevos modelos de negocio: diseñar nuevas formas de hacer negocios con los clientes actuales y potenciales.

1.9. Intereses Organizacionales

- a) Lograr consolidarse en el mercado nacional
- b) Aplicar un sistema integrado de calidad
- c) Lograr una mayor penetración en el mercado a nivel local y nacional
- d) Obtener una alta rentabilidad
- e) Incursionar en el mercado internacional (América Latina) (2)

1.10. Detalle del Entorno donde se Realizan las Labores Profesionales

Área

Planta de concreto: laboratorio de suelos y concreto

Ecoserm Rancas cuenta con un laboratorio de suelos y hormigón dentro de su planta de hormigón, y su enfoque de política integrada proporciona servicios de calidad que son certificados de forma autónoma por profesionales responsables.

Con el fin de alcanzar las metas establecidas, se utilizan herramientas de monitoreo y garantía de calidad en todos los proyectos y departamentos de la empresa, y la atención se enfoca en el progreso continuo dentro de un sistema de gestión en constante evolución (1).

1.11. Detalle de la Posición y de las Funciones a cargo del Bachiller en la Compañía

1.11.2. Posición Ocupada

Colaborador en el Departamento de Ensayos de Suelos y Hormigón, controlando y gestionando el diseño y dosificación del concreto premezclado, verificando que los ensayos de diseño de mezcla cumplan los estándares de calidad y las normas que competan al área.

1.11.3. Descripción de Actividades Desarrolladas en el Cargo

El bachiller desarrolló actividades de ensayos en el laboratorio de agregados tanto de gruesos como de finos, además de realizar diseños de concreto premezclado, dosificación del concreto premezclado y ensayos de concreto fresco y endurecido, cumpliendo los estándares de calidad.

Las pruebas de laboratorio para la elaboración de concreto son fundamentales, ya que permiten crear un concreto óptimo para cada estructura, por lo tanto, se valoran los ensayos realizados.

- Peso específico
- Análisis granulométrico
- Diseños de mezcla
- Contenido de absorción
- Contenido de humedad

Los diseños de concreto deben cumplir especificaciones técnicas de los clientes potenciales de la empresa Ecoserm – Rancas así que hemos desarrollado varios diseños que son usados para diversas estructuras que los clientes desean verificar, los diseños desarrollados son:

- Concreto 100
- Concreto 140
- Concreto 175
- Concreto 210
- Concreto 280
- Concreto 350

1.11.3.1. Ensayos de Concreto en Estado Fresco

Varios clientes pidieron que se probara el hormigón fresco *in situ* antes de verterlo, por lo que se realizaron pruebas dentro y fuera de las instalaciones de la empresa.

- Método de volumen de aire – presión
- Procedimiento metodológico para calcular la medida de asentamiento del hormigón empleando un cono de Abrams.
- Conformación de probetas cilíndricas y núcleos

1.11.3.2. Pruebas de Resistencia en el Concreto después de que ha Alcanzado su Estado de Madurez

Los ensayos se desarrollaron dentro de las instalaciones de la empresa ya que las probetas son llevadas a la poza de curación para poder ser roturadas en los días que correspondan.

- Participar diariamente en las charlas de seguridad
- Cumplir con la normativa en seguridad, uso de EPPS, controlar el llenado de formatos (Iperc o afines) *check list* de herramientas y el cuidado del ambiente.
- Asistir al técnico de laboratorio en las ejecuciones de actividades diarias.
- Realizar el muestreo de concreto y suelo bajo la supervisión del técnico.
- Apoyar en la preparación de muestras y aditivos.
- Apoyar en los ensayos de suelo y concreto.
- Mantener en orden los instrumentos y equipos.
- Disponer correctamente los residuos generados.
- Análisis de la distribución de tamaños de partículas de agregados.
- Densidad compactada del agregado (tanto fino como grueso)
- Densidad aparente de los áridos (tanto finos como gruesos)
- Contenido de humedad y capacidad de absorción de los áridos (tanto finos como gruesos)
- Tipo y marca de cemento

- Textura y forma de los agregados
- Evaluación de la resistencia y relación agua – cemento de las combinaciones de cemento y áridos (3).

Capítulo II

Aspectos Generales de las Actividades Profesionales

2.1. Análisis de la Situación Actual

La organización EcoTERM – Rancas, que es una unidad de negocio de la planta de hormigón, tiene como meta ofrecer a sus clientes agregados de alta calidad que satisfagan con los requisitos del contrato y tenga una durabilidad adecuada. La empresa se encarga del autocontrol, trabaja de manera profesional y responsable para garantizar la seguridad de la entrega final del producto y la satisfacción del cliente, siguiendo las directrices generales de calidad.

- Los clientes de la planta de concreto generan un pedido de concreto de cualquier diseño.
- El objetivo es que la planta de concreto abastezca de concreto premezclado a los clientes para sus diferentes usos.
- El hormigón preelaborado cumple los parámetros de calidad que se plantea en su política integrada de EcoTERM – Rancas.

2.2. Reconocimiento de una Situación que Requiere Mejoras o Soluciones en el Área de Desempeño Profesional

EcoTERM – Rancas, en el área de Planta de Concreto, cuenta con un equipo de trabajo para cumplir con sus funciones en las obras:

- Administrador de planta de concreto

- Asistente administrativo de planta de concreto
- Laboratorista de concreto y suelos
- Asistente de laboratorio de suelos
- Operador de planta de concreto
- Operadores o conductores de *mixer*
- Operador de cargador frontal
- Operador de tracto camión o bombona
- Operador de pluma a bomba hormigonera
- Ayudante de pluma o bomba hormigonera

El hormigón es una mezcla de cemento Portland, agua, agregados y aditivos que obtiene una textura maleable cuando se encuentra en estado fresco, y que posteriormente se endurece adquiriendo propiedades de resistencia mecánica, convirtiéndolo en un material idóneo para ser utilizado en construcción (4).

Así, la organización ofrece servicios de producción, transporte y bombeo de hormigón premezclado para todo tipo de proyectos. El hormigón premezclado no es solo un producto, sino un paquete integrado que representa una serie de ventajas para el usuario. Estas ventajas se reflejan en la calidad del material, la trazabilidad de la composición, el asesoramiento adecuado y el ahorro de tiempo y transporte.

Dependiendo del tipo de proyecto, como cimientos, pavimentos, columnas o losas, Ecoserm Rancas ofrece los siguientes servicios: el hormigón fresco satisface las necesidades de los usuarios mediante la dosificación automática y simultánea de los aditivos de hormigón necesarios en la mezcladora, lo que proporciona una mejor consistencia y manejabilidad. Además, para la descarga de hormigón en lugares altos o inaccesibles, una bomba de hormigón y un brazo telescópico con un alcance vertical de 30 metros permiten bombear el hormigón, que se transporta en camiones adecuados.

Los diseños son elaborados de acuerdo con las exigencias del cliente y en estricto apego a las normativas técnicas establecidas en el Perú (NTP) y ASTM. Por lo tanto, la posición desarrollada por el asistente de la Asociación de Suelos y Hormigón se basa en la necesidad de que los profesionales desarrollen las funciones propias de esta profesión, lo cual forma parte de las obligaciones laborales señaladas en el contrato (5).

2.3. Propósitos de la Labor Profesional

El propósito de este informe de aptitud laboral radica en detallar las tareas llevadas a cabo por el graduado en la producción de distintos tipos de concreto premezclado como integrante del equipo de la planta de concreto y en su rol de asistente en el Laboratorio de Suelos y Concretos, para dar cumplimiento a las responsabilidades asignadas por Ecoserm – Rancas.

- Concreto f' c 100
- Concreto f' c 140
- Concreto f' c 175
- Concreto f' c 210
- Concreto f' c 280
- Concreto f' c 350
- Concreto f' c 420

El propósito es asistir al Laboratorio de Suelos y Hormigón para realizar actividades asignadas por el supervisor inmediato del laboratorio y las actividades requeridas para el diseño durante la producción de hormigón premezclado. En general, el objetivo del área de la planta de hormigón es cumplir con los acuerdos contractuales firmados para lograr los objetivos del área en cuestión.

2.4. Justificación de la Actividad Profesional

El significado de las instalaciones de concreto en el ámbito de la ingeniería y construcción reside en su función crucial para satisfacer los estándares reglamentarios y las expectativas de los clientes de forma imparcial y eficiente. Como resultado, esto posibilita el crecimiento y la creación de valor en el mercado para las empresas del sector.

La ingeniería civil se encuentra actualmente ante un desafío significativo con relación al aseguramiento de la calidad, debido a la gran cantidad de trabajo y exigencias de los proyectos, lo cual ha impulsado una revisión de los métodos de prueba convencionales y la interpretación de normativas. Además, se necesita una evaluación constante y rápida para adaptarse al ritmo acelerado de trabajo. La utilización del análisis estadístico en los resultados ayuda a evitar criterios subjetivos y a definir de manera más precisa los requisitos técnicos contractuales.

El control de los laboratorios de ensayos de suelos y hormigón es garantía suficiente de que el hormigón cumplirá los requisitos de calidad predeterminados y acordados con el cliente, en el plazo de entrega pactado, un coste de producción atractivo para el cliente y con un margen de beneficio razonable para la empresa (6).

El propósito del informe de competencia laboral es proporcionar información sobre la naturaleza técnica del trabajo realizado cuando se participa en laboratorios de ensayos de suelos y hormigón que han realizado funciones por encargo como asistentes en laboratorios de ensayos de suelos y hormigón, y han realizado trabajos por encargo.

La actividad profesional se justifica por el hecho de haber cumplido con la actividad asignada por la empresa para satisfacción del cliente. Además, esta actividad profesional se justifica con la declaración de pago recibida por el graduado por su participación en el laboratorio de suelos y hormigón, que se presenta como evidencia del cumplimiento para dar comienzo del trámite de titulación a través del enfoque de trabajo de competencia profesional.

También se requiere que el estudiante haya realizado actividades relacionadas con su ocupación profesional durante al menos un año después de obtener la licenciatura. También se justifica con un certificado de servicios presentado por el titulado, que acredite actividades en una empresa relacionada con la titulación de ingeniero civil.

2.5. Resultados Esperados

Se espera un desempeño satisfactorio en las tareas realizadas para satisfacer las expectativas de la empresa y de cada cliente, tanto en la gestión como en la verificación de calidad de los análisis y pruebas del concreto premezclado. Los resultados óptimos implican cumplir con estas expectativas en ambas áreas de manera efectiva.

- Presentación oportuna de diseños de concreto
- Elaboración oportuna de ensayos de agregados (grueso y fino)
- Entrega puntual del plan de calibración de los equipos de laboratorio
- Elaboración de cronograma de roturas de manera manual (cuaderno de laboratorio)
- Desarrollar los ensayos de campo bajo supervisión de diversas empresas

Capítulo III

Marco Teórico

3.1. Bases Teóricas de las Actividades

3.1.1. Concreto

El concreto es una sustancia compuesta con una composición elaborada, principalmente constituida por cemento Portland, material fino agregado, material grueso agregado, aire y agua, en proporciones específicas y con la posibilidad de introducir compuestos adicionales. En su fase inicial, el concreto se manifiesta como una masa plástica y maleable que, con el tiempo, se transforma en una estructura sólida con características de aislamiento y resistencia (7).



Figura 2. Componentes del concreto

Cuando un hormigón se mezcla con un determinado porcentaje de agua, las partículas de los áridos se combinan y experimentan una reacción química, que es la reacción de hidratación. También pueden añadirse aditivos para mejorar o potenciar las propiedades del hormigón (8).

3.1.2. Características

Los motivos por los que el concreto se considera un material de construcción universal son:

- a. La plasticidad del concreto permite que sea moldeado con facilidad en diversas formas dentro del encofrado.
- b. La elevada capacidad de capacidad de soportar cargas de compresión del hormigón que lo convierte en un material apto para la construcción de elementos que están principalmente sometidos a compresiones elevadas.
- c. El concreto presenta una excelente capacidad de soportar tanto la exposición al fuego como a la humedad.

Sin embargo, el hormigón presenta las dificultades siguientes:

- a) El hormigón se dispone en la obra en condiciones que no existe una responsabilidad absoluta sobre su fabricación, es decir, con un control de calidad deficiente.
- b) El hormigón es un material con poca capacidad de resistencia a la compresión uniaxial. Esto es un obstáculo para su uso en estructuras donde están sometidas a tensión, como los tirantes, o en las que parte de la sección transversal está sometida a flexión, como las vigas (9).

3.1.3. Componentes del Concreto

El hormigón tiene cuatro elementos fundamentales: el agua, el cemento, los áridos y los aditivos, que son los componentes fijos, y el aire, que es el elemento pasivo. Se ha demostrado científicamente que el uso de aditivos mejora la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad y se considera una solución más económica (10).

3.1.4. Cemento Portland

Es un aglutinante hidrófilo (que absorbe el agua) (sustancia fuerte capaz de unir varias sustancias para dar cohesión al conjunto) lo que resulta de someter la piedra caliza a altas temperaturas en un proceso de calcinación, la arsenopirita y la arcilla, al combinarse con agua y arena o piedra se transforma lentamente en un cuerpo endurecido con resistencia y adherencia. El *clinker* refinado es básicamente una mezcla de cal, hierro y sílice en proporciones determinadas, calcinada a altas temperaturas.

3.1.5. Proceso de Fabricación del Cemento

Se muelen y mezclan de manera minuciosa las materias primas (caliza y arcilla), las cuales son sometidas a elevadas temperaturas en un horno rotatorio de grandes dimensiones (5,50 metros de diámetro y 200 metros de longitud) hasta alcanzar su punto de fusión inicial (1400 – 1450 °C). El material resultante, parcialmente fundido y expulsado del horno, es denominado *clinker* y se presenta en forma de pequeñas esferas duras de variados tamaños y color gris oscuro. Este material resultante, conocido como *clinker*, experimenta un proceso de enfriamiento y trituración hasta lograr una substancia extremadamente fina, que se pone a disposición en el mercado bajo la denominación de cemento Portland. Durante la fase de trituración, se incorpora una proporción mínima de yeso (alrededor del 3 – 4 %) con el propósito de ajustar la etapa de endurecimiento del cemento (11).

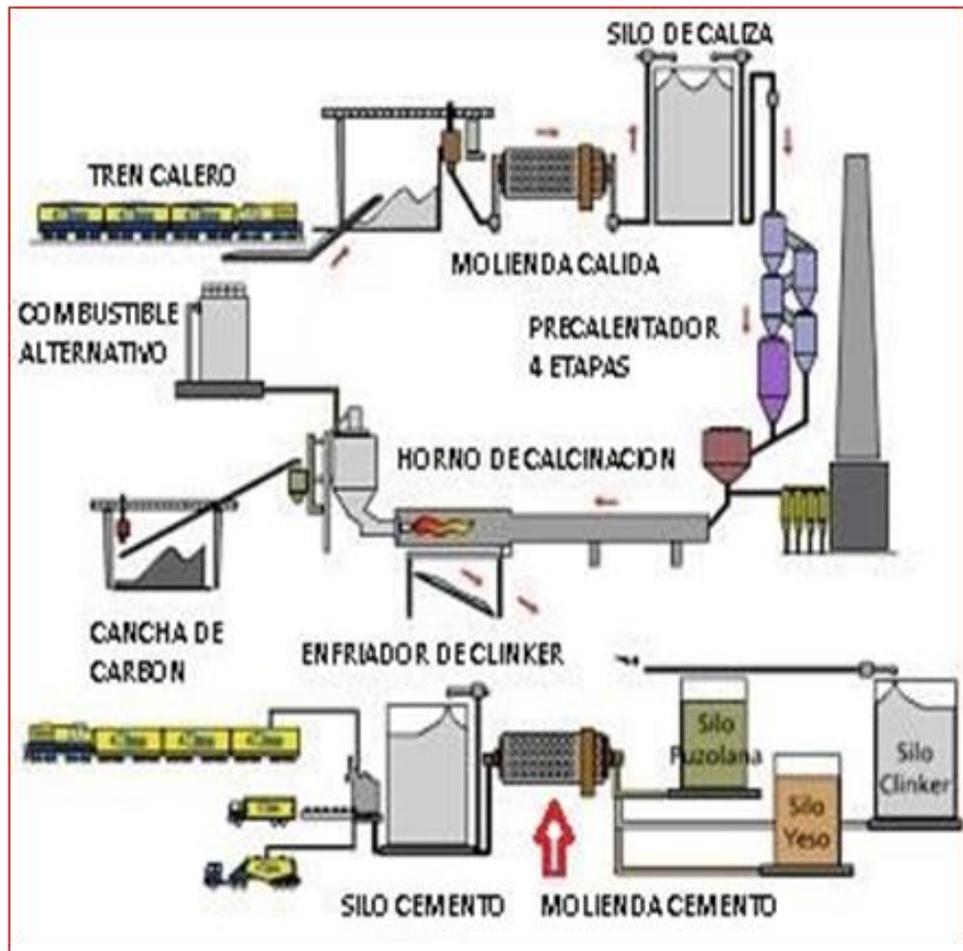


Figura 3. El procedimiento de producción del cemento
Fuente: tomada de Ramos (12)

3.1.6. Elementos Químicos Presentes en las Materias Primas

Es posible reconocer los elementos químicos esenciales por los materiales fundamentales empleados en la manufactura del cemento, así como sus proporciones más frecuentes, los cuales son:

Tabla 1. Estructura química básica de las materias primas del cemento

	Componentes químicos	Procedencia usual
95 %	Óxido de calcio (CaO)	Rocas calizas
	Óxido de sílice (SiO ₂)	Areniscas
95 %	Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas, mineral de hierro, pirita minerales
5 %	Óxido de aluminio (Fe ₂ O ₃)	Minerales varios
5 %	Óxido de magnesio, sodio potasio, titanio, azufre, fósforo y manganeso	Minerales varios

Fuente: ACI

Una representación común de los porcentajes de los óxidos presentes en el cemento Portland son los siguientes:

Tabla 2. Las proporciones habituales de los óxidos presentes en el cemento Portland

Óxido	Porcentaje típico	Abreviatura
CaO	61 - 67	C
SiO ₂	20 - 27	S
Al ₂ O ₃	4 - 7	A
Fe ₂ O ₃	2 - 4	F
SO ₃	1 - 3	
MgO	1 - 5	
K ₂ O y Na ₂ O	0.25 - 1.5	

Fuente: ACI

3.1.7. El Proceso de Hidratación del Conglomerante

Es una reacción química en la que el agua interactúa con los elementos constituyentes del cemento, ocasionando la transición de la mezcla desde un estado plástico a uno sólido. La tasa de este fenómeno es influenciada por la fineza del cemento y la duración temporal que ha transcurrido, siendo más acelerado al principio y reduciéndose progresivamente con el paso del tiempo. Según la temperatura, el tiempo y la proporción de agua y cemento empleada, se pueden identificar diferentes etapas del proceso de hidratación que se desarrollan en secuencia (13).

3.1.7.1. Plástico

Etapas en la cual el cemento y el agua se combinan y adhieren para formar

una masa sólida y compacta. Durante este período, se experimenta una disminución en la velocidad de reacción (pérdida de resistencia) conocida como fase de latencia. La velocidad de la reacción es contrarrestada por la acción del yeso.

3.1.7.2. Fraguado Inicial

Es la fase en la cual se impulsa la reacción química de la "mezcla de cemento" y se da inicio al proceso de consolidación a causa de la generación de calor durante la hidratación, lo que provoca la pérdida de plasticidad. En esta fase, la pasta se puede mezclar sin deformar ni alterar las estructuras que aún están por formar, lo que lleva aproximadamente 3 horas.

3.1.7.3. Fraguado Final

Se caracteriza por un endurecimiento inicial y una deformación permanente, obtenida al final de la fase de endurecimiento inicial (11).

3.1.8. Tipos de Cemento Portland

Son propiedades normalizadas según las normas ASTM C-150.

Tipo I: Se trata de un material de construcción en general, utilizado en obras que no exigen las características especiales que se requieren en los otros cuatro tipos de cemento.

Tipo II: Este tipo de cemento alterado es adecuado para proyectos de hormigón en general, así como para construcciones expuestas a niveles moderados de sulfatos o que requieran una liberación moderada de energía térmica durante el proceso de endurecimiento.

Tipo III: El cemento de clase III se distingue por su elevada capacidad de resistencia inicial. El hormigón fabricado con este tipo de cemento adquirirá una fuerza equiparable a la del hormigón producido con los cementos de clases I o II en tan solo tres días, en lugar de los habituales 28 días.

Tipo IV: Este tipo de cemento requiere una cantidad mínima de calor durante su proceso de hidratación, por lo que es altamente recomendado para la colocación de grandes volúmenes de concreto.

Tipo V: Este tipo de cemento se destaca por su elevada resistencia ante el efecto de los sulfatos, siendo recomendado su uso en estructuras que estén en contacto con aguas altamente alcalinas, así como en estructuras que se exponen al agua de mar (14).

3.1.9. Tipos de Cemento Portland Incorporando Aditivos

Tipo IS: Este tipo de cemento es una mezcla que contiene entre un 25 % y un 70 % de escoria de alto peso.

Tipo ISM: Este tipo de cemento contiene una cantidad inferior al 25 % de escoria.

Tipo IP: Este tipo de cemento contiene, como mínimo, un 15 % de puzolana añadida en peso, pero no supera el 40 %.

Tipo IPM: Este tipo de cemento incluye puzolana añadida en una cantidad que representa, como máximo, el 15 % del peso total del cemento.

3.1.10. Agua

Como el hormigón tiene propiedades específicas como la resistencia y la operatividad, este componente debe cumplir ciertas condiciones para garantizar que la mezcla química funcione correctamente y los contaminantes no dañen al hormigón o el acero (15).

3.1.11. Funciones Principales del Agua en la Mezcla

El agua empleada en la composición del concreto desempeña tres funciones fundamentales:

- ✓ Participa en la reacción química que hidrata el cemento.
- ✓ Actúa como lubricante para mejorar la manejabilidad del material.

- ✓ Permite la formación de poros en la pasta y brinda el espacio necesario para el desarrollo de los hidratos.

3.1.11.1. Estándares que la Calidad del Agua de la Solución debe Satisfacer

El agua utilizada en la producción de hormigón debe ser pura y exenta de concentraciones perjudiciales de elementos como aceites, ácidos, álcalis, sales o materia orgánica, que puedan perjudicar la calidad tanto del hormigón como del acero (16).

La principal inquietud al emplear agua en la combinación de hormigón reside en la existencia y manejo de contaminantes, los cuales pueden provocar reacciones químicas y alterar el comportamiento habitual de la pasta de cemento.

En caso de existir dudas acerca de la calidad del agua empleada en la preparación de mezclas de hormigón, se sugiere llevar a cabo un examen químico y compararlo con los límites máximos establecidos para las sustancias presentes en el agua, los cuales se describen a continuación:

Tabla 3. Límites permisibles para agua de mezcla

Descripción	Valor máximo admisible
Sólidos en suspensión	5000 ppm
Materia orgánica	3 ppm
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm
Sulfatos (ion SO ₄)	600 ppm
Cloruros (ion Cl)	1000 pm
pH	5.5 a 8

Fuente: ACI

3.1.11.2. Efectos del Agua con Impurezas

Los principales efectos negativos del agua con impurezas se dan durante la etapa de consolidación disminuyendo así la resistencia del hormigón endurecido, la eflorescencia, el fomento de la corrosión del acero y los cambios de volumen.

A. Aguas Ácidas

Se trata de soluciones sulfatadas ricas en metales con pH inferior a 7.

B. Águas calcáreas, carbonatadas o saturadas

Tiene un alto contenido en minerales, y sales de Ca (calcio) y Mg (magnesio).

C. Aguas que incluyan partículas en suspensión

Es una masa de agua en la que están presentes o se han acumulado residuos sólidos.

3.2. Características de los Materiales para Evaluar

3.2.1. Materiales Granulares para el Hormigón

3.2.1.1. Agregado Grueso

Comprende gravas producto de la meteorización o descomposición natural o mecánica de la roca clasificada por N_2070 (4,75 mm). Se compone preferentemente de partículas con perfiles angulares o semiangulares, preferentemente de textura gruesa.

El agregado grueso se define como roca descompuesta natural o artificialmente, tamizada a N_2070 (4,75 milímetros) y se ajusta a los criterios establecidos en la norma NTP 400.037 (ASTM C-33).

Los áridos gruesos proporcionan resistencia al hormigón. El análisis de la compresibilidad estima que los áridos mal clasificados o redondeados crean más huecos en el hormigón, y se recomienda el uso de áridos bien clasificados (varios tamaños) y angulares, ya que tienen mayor capacidad de carga y mejor compresibilidad.

3.2.1.2. Muestreo

- De acuerdo con la NTP 400.010, los métodos de muestreo de agregados gruesos y finos se establecen los siguientes fines:
- Aceptación del material
- Fuente de suministro
- Identificación preliminar de las posibles fuentes de suministro
- Lugar de uso de las operaciones

3.2.1.3. Normas

- ASTM D-75
- NTP 400.010

3.2.2. Fuente de Aprovisionamiento

Se consideraron las siguientes fuentes de agregados gruesos "cantera Sergensaf, cantera Robles", una de las canteras más exigentes de Cerro de Pasco.

El árido grueso utilizado en esta cantera es piedra triturada TMN1/2" (mecanizada), definido en la NTP 400.037 y para el que el proveedor garantiza el control de calidad. Se eligió una cubierta de plástico para proteger el material de una posible contaminación.

3.2.2.1. Equipos

- Protección de plástico (bolsas)
- Carro de carga
- *Rumpers*
- Bandejas

3.2.2.2. Muestreo

Para recoger los áridos gruesos, se tomarán tres porciones aproximadamente iguales de la zona inferior, intermedia y superior del montón. En conjunto, constituirán la muestra de campo.

3.2.2.3. Cuarteo

A fin de garantizar la homogeneidad, las muestras deben estar bien mezcladas. A continuación, debe reducirse o descuartizarse en una superficie limpia y plana cubierta con una funda protectora de plástico para prevenir el desperdicio de material o la contaminación de la muestra.

Se repite el proceso tres veces, haciendo una pila cónica con la cantidad total de material, retirando material con un apisonador y haciendo otra pila. A continuación, el material se aplana hasta alcanzar un grosor uniforme, se divide en cuartos, de los que se extraen dos secciones opuestas y se prueban.

3.2.3. Granulometría

3.2.3.1. Normas

- NTP 400.012
- NTP 400.037
- NTP ASTM C136
- NTP C33

3.2.3.2. Marco Teórico

La fórmula matemática permite calcular el volumen con relación al tamaño y control de la granulometría. Para determinar el volumen de las partículas, se lleva a cabo un proceso de tamizado utilizando una serie de mallas dispuestas en orden descendente de tamaño, siguiendo las directrices establecidas en la norma NTP 300.037 o ASTM C33. Los límites inferiores y superiores de los agregados gruesos se determinan según el tamaño máximo nominal del agregado en cuestión, y las series de tamices utilizadas para los agregados gruesos incluyen tamaños de malla de 2", 1½", 1", ¾", ½", ⅜", #4, #8 y #16, tal como se especifica en la norma NTP 300.037 o ASTM C33.

La disposición de los tamices utilizados para la clasificación de los agregados se organiza de manera que cada tamiz tenga una apertura que sea aproximadamente la mitad del tamaño de la apertura del tamiz inmediatamente superior, lo que resulta en una proporción de 1:2 entre ellos.

La granulometría de los áridos afecta los lotes de hormigón, la porosidad y la contracción. El método de prueba consiste en tamizar la muestra con una máquina de tamizado vibratoria y en ningún caso se debe inducir a las partículas a pasar por el tamiz.

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso de material en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

El eje vertical corresponde al indicador de aceptación, mientras que el eje horizontal refleja la gradación de tamizado, siendo la escala generalmente logarítmica. Se puede obtener una representación gráfica más clara de cómo se distribuyen las partículas en la masa de áridos utilizando este gráfico.

3.2.3.3. Tamaño Máximo (TM)

La máxima granulometría de los agregados se refiere a la “menor abertura de tamiz por la cual el 100 % de la muestra pasa”, de acuerdo con la norma NTP 400.037. En este análisis, se seleccionó un tamaño máximo de agregado de 19 mm (3/4"). Esto indica que la muestra de agregados atravesó un tamiz con una abertura de 19 mm o menos.

$$TM=3/4"$$

El tamaño máximo granulométrico del agregado que deben emplearse en el concreto está condicionado por elementos como el tamaño y la forma de los componentes de concreto, la cantidad y disposición del refuerzo, y no debe exceder la granulometría máxima (GM).

- Una quinta parte de las dimensiones mínimas del elemento de hormigón
- Tres cuartas partes de la barra de refuerzo
- 1/3 de la superestructura de la losa

Según el criterio del ingeniero, es posible sobrepasar estos requisitos si la mezcla tiene la suficiente plasticidad para colocar el hormigón sin crear vacíos o espacios huecos.

3.2.3.4. Tamaño Máximo Nominal (TMN)

Hay dos conceptos, una referida a la primera malla del 100 % al 95 % donde se produce el retentado, y la otra referida al diámetro donde se acumula más del 15 % del retentado inmediatamente por encima de la malla.

En este estudio se utilizó un material pétreo grueso con un tamaño máximo nominal de apertura de malla de 3/8". De acuerdo con la regulación NTP 400.037, se determinó que el tamaño máximo de apertura de malla permitido siguiente era de 1/2" (12,5 mm), dado que más del 15 % del material se había retenido en dicha malla.

TMN=1/2 "

3.2.3.5. Equipo

- Equipo de tamizado: Se utilizó un dispositivo de tamizado accionado por energía eléctrica para separar el material en distintas aberturas de mallas, siguiendo los lineamientos establecidos en la “norma NTP 400.037”. Las dimensiones de las mallas empleadas fueron de 1", 3/4", 1/2", 3/8" y #4.
- Báscula eléctrica con una precisión de 0,5 g
- Bandeja de metal
- Cazo de metal

3.2.3.6. Procedimiento

- Se obtuvo una muestra de 4 kg que coincide con el tamaño máximo nominal de 1/2 pulgada indicado en la tabla 3.
- Se requiere que el agregado grueso esté seco para esta prueba y se somete a una temperatura de 100 ± 5 °C en un horno.
- Una vez que el agregado ha sido completamente deshidratado, se coloca en una zaranda. En esta etapa, se debería contar con un tamiz con aberturas tanto grandes como pequeñas.
- Una vez que la materia prima es colocada en el cedazo, se agita de manera constante, moviéndola de un lado a otro, de izquierda a derecha, de arriba a abajo y alrededor de la circunferencia.
- Luego de concluir el proceso de cribado, se procede a pesar el material retenido en cada malla, comenzando desde la malla superior.

3.2.4. Módulo de Fineza

3.2.4.1. Normas

- ASTM C136
- NTP 400.012

3.2.4.2. Marco Teórico

El índice de finura es una medida aproximada del tamaño promedio del agregado y se utiliza para evaluar su uniformidad. Si el coeficiente es bajo, indica que el agregado es homogéneo, mientras que un coeficiente alto señala lo contrario. Es importante destacar que el índice de finura no distingue entre tamaños de partículas individuales, pero es relevante en el control de la uniformidad del agregado dentro del rango porcentual especificado en la norma de tamaño de partículas.

Se obtiene la relación de finura al sumar la cantidad retenida acumulada en una serie de tamices, excluyendo los de 1" y 1/2", que van desde 3" hasta #100. Después, se divide esta suma por 100. El propósito de este cálculo es controlar la uniformidad del agregado dentro del rango porcentual específico establecido en la norma de tamaño de partícula, aunque no distingue entre los tamaños de las partículas.

La relación de finura se fundamenta en que está directamente relacionada con el tamaño medio logarítmico de las partículas de una gradación de tamaños de partículas determinada.

Fórmula:

$$MF = \frac{\Sigma(\%retenido\ Acumulado)}{100}$$

3.2.5. Contenido de Humedad

3.2.5.1. Normas

- ASTM C566
- NTP 339.185

3.2.5.2. Marco Teórico

Los áridos poseen poros que se encuentran abiertos y pueden contener agua. Estos poros son de gran importancia, ya que su grado de humedad puede emplearse para calcular la humedad de la mezcla.

Los agregados pueden contener una determinada cantidad de humedad, la cual está vinculada con la porosidad de las partículas y varía según su tamaño, permeabilidad y cantidad de poros. En este sentido, las partículas del agregado pueden encontrarse en cuatro estados distintos.

- Completamente desprovisto de humedad. Esto se logra a través del procedimiento de desecación en un horno a una T° de 110°C hasta que el agregado alcance un peso invariable, lo cual generalmente lleva aproximadamente 24 horas.
- Se puede obtener una condición de parcialmente seco en el agregado mediante la exposición al aire libre.
- Se puede lograr el punto de saturación máxima y la condición de superficie completamente desecada (SSS) del material granular en el entorno de laboratorio, en el cual todos los intersticios se encuentran impregnados de agua, pero la superficie del agregado está seca.
- En un estado de total humedad del agregado, todos los poros y espacios entre partículas se encuentran colmados de H_2O .

En este estudio, se utilizan agregados con un nivel de deshidratación parcial para fijar el contenido de H_2O total en la mezcla. El procedimiento implica el secado del agregado y la comparación de su masa antes y después del secado para obtener el (%) porcentaje de contenido de agua total. Este método es preciso para propósitos habituales, como el control del peso del concreto.

Se puede estimar el porcentaje de humedad de los agregados mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\%CH = \left(\frac{Po - Ps}{PS} \right) * 100$$

Donde:

%CH: contenido de humedad [%]

Po: peso natural de la muestra [gr]

Ps: peso seco de la muestra [gr]

3.2.5.3. Equipo

- Balanza
- Bandejas metálicas
- Horno

3.2.5.4. Procedimiento

Se adquirió una muestra de 2 kg de agregado grueso y se pesó utilizando una balanza con una exactitud del 0,1 %, con el propósito de evitar cualquier pérdida de humedad o material. A continuación, se depositó la muestra en un recipiente y se sometió a una T° constante de 110 °C ± 5 °C en un horno para eliminar la humedad.

Se tomó la muestra de agregado grueso y se pesó con gran exactitud para evitar cualquier pérdida de material y humedad. Posteriormente, se introdujo la muestra en un recipiente y se sometió a una temperatura constante en un horno para extraer la humedad. Una vez completado este proceso, se extrajo el material seco del horno, se enfrió y se pesó minuciosamente para determinar su masa.

3.2.6. Retenido por la Malla n.º 4.

3.2.6.1. Normas

ASTM C136

NTP 400.012

3.2.6.2. Marco Teórico

De acuerdo con la descripción, el agregado grueso está conformado por las

partículas que quedan retenidas en el tamiz de tamaño de malla número 4. Por ende, la cantidad de material que atraviesa dicho tamiz se considera como la proporción de agregado fino presente en el agregado grueso, y esto se utiliza con el método Fuller para el diseño de la mezcla. Estos datos se obtienen a partir de pruebas anteriores de granulometría.

3.2.7. Peso Específico

3.2.7.1. Normas

ASTM C127

NTP 400.021

3.2.7.2. Marco Teórico

De acuerdo con la información previamente presentada en la sección anterior de este estudio, la densidad es una propiedad física de los agregados que se define como la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada. Esta relación se ve directamente afectada por las características de las partículas del agregado.

Las partículas de los agregados presentan diferentes tipos de poros, algunos de ellos saturados y otros no saturados, dependiendo de su permeabilidad interna. Estos poros pueden estar vacíos, parcialmente llenos de agua o completamente sellados, lo que resulta en una variedad de niveles de humedad que corresponden a la misma densidad. En el ámbito de la tecnología del concreto, especialmente en el diseño de mezclas, la densidad aparente es el aspecto más relevante. Esta se define como la relación entre el peso del agregado y el volumen que ocupa, teniendo en cuenta todos los poros presentes (saturados y no saturados).

En el proceso de diseño de la mezcla, es crucial tener en cuenta la existencia de poros internos en las partículas de los agregados, los cuales ocupan parte del volumen total del concreto. Además, el agua se retiene en los poros saturados, lo que afecta la cantidad de agregado requerida por unidad de volumen de concreto. Por lo tanto, la densidad aparente, que considera todos los poros presentes (tanto saturados como no saturados), juega un papel crítico en el diseño de la mezcla.

3.2.7.3. Equipos

- Las balanzas que tienen una capacidad de 3000 g o más y una precisión de 0,5 g deben estar equipadas con un mecanismo que facilite colocar la muestra en una cesta de malla metálica suspendida en un tanque de agua con un centro tipo mesa de pesaje.
- Tamiz estándar n.º 4
- Contenedor de agua
- Recipiente de metal con una apertura de tamaño similar a la de un tamiz n.º 6
- Horno

3.2.7.4. Procedimiento

- Antes de realizar el ensayo de gravedad específica, el árido a utilizar debe ser muestreado y cuarteado.
- Tamizar a través de una malla n.º 4 y todo lo que pase a través de esta malla se debe descartar.
- La muestra debe ser de aproximadamente 3000 g de agregado grueso y debe estar seca.
- Es necesario sumergir el material en H₂O por un tiempo de 24 horas. Posteriormente, se debe sacar del agua y hacerlo deslizar sobre una tela amplia y altamente absorbente.
- Después de haber dejado el material en agua durante 24 horas, se procede a retirarlo y a pasar un paño grande y absorbente (como una franela) por encima.
- Es necesario seguir pasando el paño hasta que desaparezca la capa visible de agua, lo cual señala que el agregado ha perdido su apariencia brillante en la superficie.

- Pesar la muestra cuando la superficie está seca y saturada. Todos los pesos, incluido este, se determinan con una precisión de 0,5 g.
- Pesar la cesta totalmente sumergida en H₂O, marcar la zona en la que está sumergida la cesta y calibrar la balanza y pesar la cesta.
- La muestra se coloca en una canastilla / cesta y se sumerge por completo hasta llegar a la marca superior, luego de haber sido previamente saturada y secada, con el propósito de determinar el peso de la muestra completamente saturada de agua.
- La muestra que ha sido sumergida anteriormente se retira de la cesta metálica y se expone a una temperatura controlada de 100 ± 5 °C en un horno, con el propósito de obtener su peso en estado seco.

3.2.7.4. Fórmulas

- Volumen desalojado (vdes):

$$vdes = W_{sss} - W_{sum}$$

- Peso específico seco (Pe):

$$PE = \frac{W_s}{V_{des}}$$

- Peso específico saturado superficialmente seco (PE_{sss}):

$$PE_{sss} = \frac{W_{sss}}{V_{des}}$$

- Donde
 - W_{sss}: peso de la muestra saturado superficialmente seco
 - W_s: peso de la muestra seca
 - W_{sum}: peso de la muestra sumergida

3.2.8. Absorción

3.2.8.1. Normas

- ASTM C127
- NTP 400.021

3.2.8.2. Marco Teórico

La capacidad de absorción de los áridos se relaciona con el aumento en el peso del material debido a la penetración de agua en sus poros, excluyendo el H₂O que se pega a la superficie externa de las partículas. Esta capacidad se representa como un porcentaje con respecto a la “masa seca” del material.

3.2.8.3. Equipos

- Balanza
- Horno
- Depósito de agua

3.2.8.4. Procedimiento

Implica sumergir la muestra en agua durante 24 horas para alcanzar una densidad aparente estable. Posteriormente, se pesa la muestra resultante y se somete a un proceso de secado en un horno para determinar su peso seco. La capacidad de absorción se calcula como la diferencia entre el peso de la muestra saturada y el peso de la muestra seca.

3.2.9. Peso Unitario Suelto

3.2.9.1. Normas

- ASTM C29
- NTP 400.017

3.2.9.2. Marco Teórico

La correlación entre la masa de los elementos áridos gruesos y el volumen total de un contenedor estándar se denomina densidad relativa. Se determina llenando el contenedor con áridos sin aplicar presión y transportándolo con una pala. La inclusión del espacio interpartículas en la medición de la densidad relativa depende de la disposición de las partículas y es un parámetro relativo en cierta

medida.

El peso específico (PE) se ve dominado por diversos elementos, como el tamaño de las partículas, la configuración y textura de la superficie, el grado de compactación y la densidad relativa.

3.2.9.3. Equipos

- Balanza
- Cucharon
- Bandejas
- Molde metálico

3.2.9.4. Procedimiento

- Muestrear el material y el corte cuádruple
- Deje que el material se seque
- El contenedor debe ser llenado hasta que el material se derrame utilizando una cuchara, permitiendo que los agregados caigan desde una altura de no más de 50 mm (2 pulgadas) sobre la parte superior del contenedor. Cualquier exceso de agregados debe ser removido con cuidado utilizando una regla para evitar su compactación.
- Es necesario realizar la medición del peso y el volumen del contenedor y su contenido, tomando nota de ambos valores.

3.2.9.5. Fórmulas

- Peso de la muestra (P_m):

$$P_m = P(m+mid) - Pmld$$

- Peso unitario suelto (PUS):

$$PUS = \frac{P_m}{V_{mld}}$$

- Donde
- $P (m+mld)$: peso de la muestra + peso del molde
- $Pmld$: peso del molde
- $Vmld$: volumen del molde

3.2.10. Peso Unitario Varillado

3.2.10.1. Normas

- ASTM C29
- NTP 400.017

3.2.10.2. Marco Teórico

El procedimiento de compactación se aplica para áridos cuyo tamaño máximo no excede los 50 mm y se utiliza para muestras que han sido secadas al aire antes del procedimiento.

3.2.10.3. Equipos

- Cucharón
- Balanza
- Bandejas
- Molde metálico
- Varilla metálica lisa con punta semiesférica

3.2.10.4. Procedimiento

- Realizar la selección y la preparación de las muestras del material
- Seca el material
- Llene 1/3 del recipiente de pesaje y aplane la superficie. Con una barra de compactación, golpee la capa de áridos 25 veces con un movimiento espiral uniforme. Rellenar hasta dos tercios de la medida y repetir la compactación. Por último, llene el recipiente metálico hasta rebosar de áridos, aplique otros 25 golpes con la barra y luego nivele la superficie.

- Mientras se procede a compactar la primera estratificación, es fundamental evitar que la varilla metálica entre en contacto con el sustrato con excesiva fuerza, pero al compactar las dos capas finales, se recomienda que la varilla se introduzca en la capa superior del material granular colocado.
- Registrar y tomar nota del peso y volumen del recipiente y su contenido mediante una medición precisa y exacta.

3.2.10.5. Fórmula

- Peso de la muestra (Pm):

$$Pm = P(m+mid) - Pmld$$

- Peso unitario varillado o compactado (PUS):

$$PUS = \frac{Pm}{Vmld}$$

- Donde:
 - P (m+mld): peso de la muestra + peso del molde
 - Pmld: peso del molde
 - Vmld: volumen del molde

3.2.11. Agregado Fino

Podemos definir un material granular como una agrupación de corpúsculos de origen tanto natural como manufacturado, que cumplen con una gradación normativa uniforme. Conforme a las regulaciones vigentes, los materiales pétreos finos se originan de la disgregación ya sea natural o artificial de rocas, y atraviesan en su totalidad una malla oficial con una apertura de 9,5 mm (3/8 de pulgada).

3.2.11.1. Muestreo

La NTP 400.010 define las técnicas de recolección de muestras de áridos gruesos y finos con el propósito de cumplir con los siguientes objetivos.

- Aceptación o no aceptación del material
- Realizar la supervisión en el lugar de origen de abastecimiento
- Realizar una indagación inicial de las posibles fuentes de suministro
- Controlar las operaciones en el lugar donde se utilizarán los agregados

3.2.11.2. Normas

- ASTM D-75
- NTP 400.00

3.2.11.3. Fuente de Abastecimiento

Se tomó en cuenta a la "cantera Sergensaf, cantera Robles" como una de las principales fuentes de áridos finos en la localidad de Cerro de Pasco, debido a su alta demanda. Se llevó a cabo este estudio para abarcar una zona más extensa dentro de la ciudad.

La empresa suministradora (Concretos Supermix) garantiza la calidad de la arena gruesa n.º 4 (natural) utilizada como árido fino en la cantera. Se ha decidido utilizar una cubierta de plástico para proteger el material y prevenir la contaminación.

3.2.11.4. Equipos

- Lampa
- Bandejas
- Carretilla
- Protección plástica (saco)

3.2.11.5. Muestreo

Se obtendrán tres muestras de tamaño similar del fondo, del medio y de la parte superior de la pila de áridos finos. Estas muestras se combinarán para crear una muestra compuesta del sitio.

3.2.11.6. Cuarteo

Con el propósito de obtener una muestra homogénea, es esencial agitar minuciosamente el material y luego realizar la subdivisión o fraccionamiento en

una superficie nivelada, impecable y resguardada con una cobertura de plástico para evitar pérdidas y contaminación.

Con el objetivo de obtener una muestra homogénea, se construye una montaña cónica con la totalidad del material y se emplea una pala para extraer el material de la montaña y formar otra montaña. Este procedimiento se repite en tres ocasiones. Posteriormente, se aplana el material hasta lograr un grosor uniforme y se divide en cuatro secciones iguales. Se seleccionan dos secciones opuestas para llevar a cabo los ensayos pertinentes, los cuales se describen detalladamente en los párrafos subsiguientes del informe.

3.2.12. Granulometría

3.2.12.1. Normas

- ASTM C136
- ASTM C33
- NTP 400.012
- NTO 400.037

3.2.12.2. Marco Teórico

La “NTP 400.037 y la norma ASTM C 33” establecen un amplio rango de tamaños de partículas permitidos para los áridos finos, aunque otras especificaciones pueden ser más restrictivas en este aspecto. La distribución de tamaño ideal de los áridos finos varía dependiendo del tipo de construcción, la cantidad de cemento utilizada y la granulometría máxima de los áridos gruesos. En casos donde se emplea poco cemento o se utilizan áridos gruesos de tamaño reducido, se recomienda seleccionar una distribución de tamaño que se acerque al porcentaje máximo que pasa por cada tamiz para lograr una buena manejabilidad. En general, es posible utilizar una variedad de tamaños de partículas sin que esto afecte significativamente la resistencia, siempre y cuando se mantenga constante la relación agua / cemento y se elija adecuadamente la proporción entre los áridos finos y gruesos.

El cribado debe realizarse a mano, de manera que la materia prima continúe en un movimiento circular con movimientos recíprocos horizontales y verticales.

Normalmente, la disposición de las dimensiones de partículas de los materiales pétreos de pequeño tamaño que se ubica dentro de los límites definidos por la normativa NTP 400.037 tiende a ser adecuada para la mayoría de las mezclas de hormigón.

De acuerdo con la investigación de Santos (7), se establece que las condiciones requieren una reducción del porcentaje mínimo (en peso) de material que debe pasar por los tamices de 0,30 mm (n.º 50) y 0,15 mm (n.º 100) a un 5 % y 0 %, respectivamente.

- Se utilizan los áridos en la fabricación de concreto armado que posea una relación de más de 237 kg de cemento/m³ y > 3 % de aire.
- Se emplean los áridos en la fabricación de concreto que presenta una relación de más de 296 kg de cemento /m³ y > 3 % de aire.
- Se emplea un compuesto mineral autorizado para suplir la carencia de sustancia que atraviesa estos dos dispositivos de cribado.

La norma ASTM contempla otros requisitos indispensables.

- El porcentaje de retención del agregado fino entre dos mallas consecutivas no debe exceder el 45 %.
- El índice de finura debe mantenerse entre 2,3 y 3,1 y no debe diferir en más de 0,2 del valor estándar proporcionado por el proveedor de los agregados. Si se supera este valor, el agregado fino será rechazado a menos que se ajuste adecuadamente la proporcionalidad de los agregados finos y gruesos.
- El porcentaje de árido fino que atraviesa los tamices de 0,30 mm (n.º 50) y 0,15 mm (n.º 100) es un factor que influye en la trabajabilidad y textura de la superficie del hormigón. Algunas especificaciones permiten que entre el 10 % y el 30 % pase a través de la malla de 0,30 mm (n.º 50). Para condiciones en las que la colocación del hormigón es fácil o para superficies de hormigón acabadas

mecánicamente, como pavimentos, el límite inferior puede ser suficiente. Sin embargo, para superficies de hormigón acabadas a mano o cuando se requiere una superficie suave, se requiere emplear un árido fino que tenga una capacidad de paso mínima del 15 % a través del tamiz de 0,30 mm (n.º 50) y del 3 % a través del tamiz de 0,15 mm (n.º 100).

3.2.12.3. Equipo

- Para pesar el agregado fino se requiere una balanza que tenga una precisión de 0,1 g.
- Los tamices empleados para el árido de tamaño pequeño constan de una serie que incluye las mallas #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200.
- Horno
- Bandejas
- Cucharón metálico

3.2.12.4. Procedimiento

La muestra por emplear debe tener un peso de al menos 500 gramos y se realizará el tamizado utilizando tamices que cumplan con los requisitos establecidos en la “norma NTP 350.001”.

Cada tamiz será sujeto por su tapa y base, y se agitará de manera constante con movimientos de vaivén, laterales, verticales y circulares. Se considerará que el proceso de tamizado ha concluido cuando la cantidad de material retenido en el tamiz sea inferior al 1 % de su peso en un lapso de un minuto.

3.2.13. Módulo de Fineza

3.2.13.1. Normas

- ASTM C136
- NTP 400.012

3.2.13.2. Marco Teórico

La definición de finura implica sumar las retenciones acumuladas de una variedad de tamices de distintas aberturas, que incluyen “3 pulgadas, 1 y 1/2 pulgadas, 3/4 de pulgada, 3/8 de pulgada, #4, #8, #16, #30, #50 y #100”. A continuación, esta suma se divide entre 100. Es importante tener en cuenta que los tamices de 1 pulgada y 1/2 pulgada no se incluyen en este cálculo.

En la valoración de los áridos finos, se estima que aquellos con valores entre 2,2 y 2,8 proporcionan una mejor trabajabilidad y presentan menos segregación, mientras que los áridos finos con valores entre 2,8 y 3,2 son recomendables para la fabricación de hormigón de alta resistencia:

$$MF = \frac{\Sigma(\%Retenido Acumulado)}{100}$$

3.2.14. Contenido de Humedad

3.2.14.1. Normas

- ASTM C70, 127, 128, 566

3.2.14.2. Marco Teórico

Para controlar el contenido de agua neto del hormigón y poder calcular el peso preciso de cada mezcla a diseñar, se medirá la absorción de los áridos y el contenido de agua en su superficie, siguiendo las normas ASTM C 70, C 127, C 128 y C 566. La estructura de las partículas de los áridos incluye sólidos, vacíos y presencia o ausencia de agua en su interior.

3.2.14.3. Equipo

- Bandejas metálicas
- Balanza
- Horno

3.2.14.4. Procedimiento

Se logró adquirir una muestra de mil gramos de material pétreo de pequeño tamaño utilizando el método de recolección con una balanza de alta precisión que

mide hasta la décima de gramo, con el propósito de evitar pérdidas de humedad o sustancia. Posteriormente, la muestra fue dispuesta en un recipiente y sometida a una temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un horno con el fin de eliminar cualquier vestigio de humedad. Luego de completar el proceso de secado, el material fue retirado del horno y se permitió que se enfriara antes de proceder a su pesaje meticuloso, siguiendo las directrices de Santos (7).

Fórmula

$$\%CH = \left(\frac{Po - Ps}{PS} \right) * 100$$

Donde:

%CH: contenido de humedad [%]

Po: peso natural de la muestra [gr]

Ps: peso seco de la muestra [gr]

3.2.15. Peso específico

3.2.15.1. Normas

- ASTM C128
- NTP 400.022

3.2.15.2. Marco Teórico

La gravedad específica, también conocida como densidad relativa, es el peso del agregado y el peso del volumen absoluto de H₂O equivalente al volumen del agregado, cuando ambos están en condiciones de igualdad de temperatura y presión. Esta medida es importante para realizar cálculos relacionados con las relaciones de mezcla y el control de calidad del agregado. Los áridos porosos que favorecen la degradación por congelación-descongelación pueden tener una gravedad específica más baja, pero generalmente no se utilizan como indicador de la calidad del árido.

3.2.15.3. Equipos

- Balanza, hasta unidades de 0,5 g

- Picnómetros (Fiora), con una capacidad de 500 ml o más
- Se requiere un molde metálico cónico para realizar pruebas con medidas específicas. El diámetro superior debe ser de 40 ± 3 mm, el diámetro inferior de 90 ± 3 mm y la altura de 75 ± 3 mm. El molde debe estar hecho de chapa metálica con un grosor mínimo de 0,8 mm.
- Pisones metálicos de 25 ± 3 mm de diámetro con una sección circular plana en un extremo. La masa debe estar dentro del rango de 325 g a 355 g, con una tolerancia de ± 15 g.
- Horno

3.2.15.4. Procedimiento

- Antes de llevar a cabo la prueba de gravedad específica, es necesario tomar una muestra del árido y dividirla en cuartos para obtener una muestra representativa.
- Se requiere una cantidad de alrededor de 1500 g de agregado fino para la muestra y esta debe estar libre de humedad.
- Después de obtener la muestra de árido fino seco, es necesario sumergirla en agua durante un período de 24 horas. Posteriormente, se retira del agua y se coloca en una bandeja para permitir que se seque al aire hasta que esté completamente saturada y la superficie se encuentre seca.
- Se utiliza un método de compresión con un cabezal cónico para garantizar la saturación y el secado de la muestra. Se coloca una sola capa de muestra en el cabezal y se comprime hasta una altura de 5 mm. Posteriormente, se nivela la superficie y se eleva verticalmente el molde. En caso de existir humedad no absorbida, el cono mantiene su forma intacta y se repite este proceso hasta que la muestra tome la forma de un cono y termine en un solo punto sin colapsar, lo que indica que la superficie está completamente saturada y seca.
- Inmediatamente después, se pesan 500 g para la prueba de gravedad específica

y 500 g para la prueba de absorción, se introducen en el horno y se pesan en seco.

- A continuación, se llena una fiora de 500 cm³ con un gran volumen de agua y se coloca una muestra (500 g) de árido fino saturado en superficie previamente pesada en el baño de agua durante aproximadamente 15 minutos, teniendo cuidado de no perder material, hasta que la fiora esté a una altura en la que las burbujas de aire que pueda contener al inclinarse hayan sido expulsadas.
- Al terminar, llene el recipiente con agua y déjelo durante 24 h, llene el recipiente hasta la marca y tome este valor de peso.
- Reemplazar el contenido total del matraz con H₂O, hasta el punto de referencia previa y medir su peso nuevamente.
- Se debe determinar la masa de la fiora cuando está vacía (7).

3.2.15.5. Fórmulas

- Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{Ws}{Wa + Wsss - Wp}$$

- Peso específico saturado superficialmente seco (Pesss):

$$Pesss = \frac{500}{Wsss + Wa - Wp}$$

- Peso específico aparente (Pea):

$$Pea = \frac{Ws}{(Wa + Wsss - Wp) - (500 - Ws)}$$

- Donde:
 - Wsss: peso de la muestra saturada superficialmente seco.

- W_s : peso de la muestra seca
- W_a : peso de la muestra + agua
- W_p : peso de la muestra + agua + arena

3.2.16. Absorción

3.2.16.1. Normas

- ASTM C128
- NTP 400.022

3.2.16.2. Marco Teórico

La aptitud de los materiales pétreos para absorber agua hace referencia al incremento en el espacio ocupado por las partículas debido a la penetración de agua en sus intersticios, y se expresa como un porcentaje de la cantidad de sustancia en estado seco, excluyendo el agua que se halla en la superficie externa de dichas partículas.

La habilidad de absorción de los materiales pétreos se define como la cantidad de líquido requerida para impregnar completamente tanto la superficie externa como las cavidades internas de las partículas de los agregados, y se cuantifica como un porcentaje en relación con la masa de los materiales en estado seco. La absorción es la capacidad del árido para retener agua en sus poros internos mediante acción capilar, lo que significa que algunos poros nunca se llenarán completamente debido a que quedan atrapados con aire.

La habilidad de los áridos para absorber agua se evalúa mediante la variación de peso de las muestras después de ser sumergidas en agua durante un día y secadas superficialmente en un horno. Esta condición se asume como representativa de la mezcla del agregado.

3.2.16.3. Equipos

- Bandeja metálica
- Balanza
- Horno

3.2.16.4. Procedimiento

- Antes de llevar a cabo las pruebas de absorción, es importante obtener una muestra representativa del árido que se va a utilizar mediante su cuarteo.
- Antes de realizar las pruebas de absorción, es necesario obtener una muestra representativa del árido que se va a utilizar mediante su cuarteo.
- Después de sumergir la muestra en H₂O durante un periodo de 24 horas, es necesario retirarla del agua y dejarla secar al aire libre en una bandeja hasta que esté completamente saturada y la superficie esté seca.
- Se utiliza un molde cónico de cabeza cortada lleno con una sola capa de muestra y se comprime con un émbolo hasta una altura de 5 mm para determinar si la muestra está saturada y la superficie está seca. Si existe presencia de humedad libre, el cono conservará su configuración, y esta operación se repite de manera periódica hasta que la muestra adopte la forma de un cono que finaliza en un punto sin sufrir ningún tipo de deformación. Cuando se alcanza este estado, se considera que la muestra ha alcanzado un estado de saturación superficial seca.
- Justo después, se obtiene una muestra de 500 g y se introduce en el horno para determinar su peso en estado seco.

3.2.17. Peso Unitario Suelto

3.2.17.1. Normas

- ASTM C29
- NTP 400.017

3.2.17.2. Marco Teórico

La NTP 400.017 de Perú define la densidad como la evaluación de la cantidad de sustancia que puede llenar una unidad de espacio, ya sea en su forma dispersa o consolidada. La masa específica puede verse afectada por diversos factores, como las dimensiones y configuración de las partículas, la rugosidad de la superficie, el grado de compresión y la densidad relativa.

3.2.17.3. Equipos

- Molde metálico
- Cucharon
- Balanza
- Bandejas

3.2.17.4. Procedimiento

- Se debe llevar a cabo la obtención de una muestra representativa y su posterior cuarteo para obtener una muestra adecuada antes de continuar con el proceso.
- Permitir que el material se seque completamente
- Es necesario completar el recipiente hasta que se produzca un desbordamiento, agregando el árido con una cuchara desde una altura que no supere los 50 mm (2 pulgadas) por encima del borde superior del recipiente.
- Es importante eliminar con precaución cualquier exceso de áridos utilizando una regla de manera cuidadosa, con el objetivo de evitar la compresión del material.
- Es necesario tomar nota del peso y volumen del contenido presente en el recipiente y registrar esta información, así como del propio recipiente, como parte del proceso de medición.

3.2.17.5. Fórmulas

- Peso de la muestra (P_m):

$$P_m = P(m + mld) - Pmld$$

- Peso unitario suelto (PUS):

$$PUS = \frac{P_m}{V_{mld}}$$

- Donde:
- P(m+mld): peso de la muestra + peso del molde
- Pmld: peso del molde
- Vmld: volumen del molde

3.2.18. Peso Unitario Varillado

3.2.18.1. Normas

- ASTM C29
- NTP 400.017

3.2.18.2. Marco Teórico

El procedimiento de compactación se emplea en casos donde el tamaño máximo de los agregados es de 50 mm o inferior, y demanda la utilización de muestras que han sido previamente secadas de forma natural.

3.2.18.3. Equipos

- Bandejas
- Cucharón
- Balanza
- Varilla metálica lisa con punta semiesférica
- Molde metálico

3.2.18.4. Procedimiento

- Se debe obtener una muestra representativa del material y dividirla en cuatro partes iguales mediante el corte cuádruple.
- Seca el material
- Agregar áridos al recipiente de pesaje hasta que alcance aproximadamente un tercio de su capacidad total y asegurarse de que la superficie esté nivelada. Con una barra de compactación, golpee la capa de áridos 25 veces con un movimiento espiral uniforme. Rellenar hasta dos tercios de la medida y repetir la compactación. Por último, llene el recipiente metálico hasta rebosar de áridos, aplique otros 25 golpes con la barra y luego nivele la superficie con una regla

metálica o con la misma barra.

- Se debe tener cuidado al compactar la primera capa de árido en el recipiente de pesaje, evitando golpear enérgicamente el fondo con la varilla.

Es necesario realizar mediciones para determinar y registrar el volumen y peso del recipiente y su contenido.

3.2.18.5. Fórmulas

- Peso de la muestra (P_m):

$$P_m = P(m + mld) - Pmld$$

- Peso unitario varillado o compactado (PUC):

$$PUC = \frac{P_m}{Vmld}$$

- Donde:
 - $P(m+mld)$: peso de la muestra + peso del molde
 - $Pmld$: peso del molde
 - $Vmld$: volumen del molde

3.3. Aditivo

Los aditivos son compuestos que se incorporan a los ingredientes fundamentales del concreto para alterar sus características y adecuarlas a un propósito específico. Estos elementos pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica y se incorporan a la mezcla antes o después de la formación de la pasta de cemento, con el propósito de regular de manera controlada propiedades como la hidratación del cemento, el proceso de curado, entre otros (7).

3.3.1. Clasificación de Aditivos

Se categorizan los aditivos según las características del concreto que alteran.

3.3.1.1. Aditivos Acelerantes

Los aceleradores son sustancias que reducen el tiempo de fraguado de las

mezclas de cemento o aceleran el proceso de ganancia de resistencia. Estos aditivos permiten reducir el tiempo de fraguado y curado del hormigón, y presentan diversas ventajas, como:

- Tiempo más corto de lo normal para la retirada de formularios
- Reducción del tiempo de espera para el revestimiento
- Tiempos de curado más cortos
- Puesta en marcha temprana de las estructuras
- Mayor prontitud en la detección y reparación de filtraciones de H₂O en infraestructuras hidráulicas
- Disminución de la carga ejercida sobre el encofrado, lo que posibilita la utilización de mayores alturas para el vertido del material.
- Se utilizan aceleradores para compensar los efectos de las temperaturas frías en climas fríos, lo que permite que el hormigón genere calor de hidratación más rápido, lo que eleva su temperatura y aumenta su resistencia.

3.3.1.2. Aditivos Incorporadores de Aire

El concreto carece de la resistencia necesaria para soportar fuerzas de tracción, los cambios de temperatura del agua (es decir, congelación y descongelación) pueden producir fisuras inmediatas o progresivas. Los encogedores de aire, mediante la creación de una estructura de cavidades dentro del hormigón, controlan y minimizan estos efectos.

3.3.1.3. Aditivos Reductores de H₂O – Plastificantes

Las características de plasticidad y durabilidad pueden ser optimizadas mediante la reducción de la proporción de H₂O a cemento. Normalmente se disminuye el contenido de agua en un rango del 5 % al 10 %, lo que resulta en una

disminución del asentamiento con el tiempo, principalmente debido a la temperatura de la mezcla. Usualmente se utiliza entre el 0,2 % y el 0,5 % del peso del cemento en forma de aditivo dispersante, diluido en H₂O de amasado, lo cual ofrece los siguientes beneficios:

- Es una alternativa rentable, puesto que es posible disminuir la cantidad de cemento utilizada.
- Fácil proceso de construcción. La resistencia de la mezcla ahorra tiempo y trabajo, ya que no hay dificultades en la colocación y compactación.
- Se pueden trabajar asentamientos más altos sin cambiar la correspondencia agua/cemento.
- Mejora significativa de la capacidad del agua.
- La capacidad de bombear la mezcla a distancias más largas sin problemas de calibración, ya que actúa como lubricante y reduce la segregación.

3.3.1.4. Aditivos Superplastificantes

Con plastificantes especiales que reducen el agua, se pueden desarrollar hormigones de muy alta resistencia, con excelentes resultados en términos de mejora de la trabajabilidad. Un avance significativo en el proceso de construcción se logra al agregar superplastificantes, ya que pueden producir asentamientos de hasta 6 a 8 pulgadas sin cambiar la adición cemento / agua, en comparación con niveles de asentamiento de 2 a 3 pulgadas sin los aditivos.

Normalmente, se emplea un porcentaje que oscila entre el 0,2 % y el 2 % con relación al peso del cemento, no obstante, es necesario ejercer cautela, ya que una adición excesiva puede provocar la segregación. Debido a sus propiedades, es ideal para fundir estructuras metálicas densas en las que la vibración es limitada (7).

3.3.1.5. Aditivos Impermeabilizantes

Se trata de una categoría de aditivos que solo se separa teóricamente, ya que, en la práctica, los productos suelen utilizarse para reducir la permeabilidad disminuyendo “la relación cemento / agua” y reduciendo los vacíos capilares, es adecuado para las obras hidráulicas en las que es necesario evaluar con precisión el estancamiento de la estructura.

Ningún aditivo puede asegurar las propiedades de impermeabilización si hay condiciones que generan fisuras en el interior del hormigón. Además, la utilización de un superplastificante de alta calidad no resulta efectivo cuando la planificación estructural no contempla la adecuada disposición de las articulaciones de contracción y dilatación, o si no se realiza una construcción y curado óptimos.

3.3.1.6. Aditivos Retardadores

La idea es incrementar el tiempo de curado constante del hormigón y ampliar el periodo de plasticidad para facilitar la construcción. Las principales aplicaciones son las siguientes.

- Bombeo de hormigón a larga distancia para evitar atascos
- Transporte de hormigón en hormigoneras a largas distancias
- Hormigón complejo y voluminoso en el que la secuencia de hormigonado puede provocar juntas frías si se utiliza una mezcla de fraguado normal.
- Vertido en climas cálidos donde las mezclas convencionales curan más rápido.
- Se utiliza el aditivo para mantener el hormigón en situaciones de emergencia, como interrupciones temporales en la colocación debido a averías en los equipos o retrasos en el suministro de hormigón.

3.4. El Diseño de las Proporciones del Concreto

El uso del hormigón es muy común en la “industria de la construcción”, no solo en la

edificación de estructuras grandes, sino también en distintos proyectos de infraestructura como puentes, canales y pavimentos.

El diseño de la composición esencial del hormigón desempeña un papel fundamental para garantizar que cumpla con los estándares necesarios de ser rentable, de fácil construcción, resistente y de larga duración. Con el fin de obtener estas cualidades, es crucial seleccionar minuciosamente la calidad y las proporciones apropiadas de los elementos constituyentes de la mezcla del hormigón.

El propósito del diseño de la mezcla consiste en descubrir una combinación económica y funcional de las proporciones de los elementos del hormigón que satisfaga las exigencias de diseño del proyecto de construcción. Existen diversas técnicas disponibles para la formulación de las mezclas, algunos de los cuales son muy complejos debido a las múltiples variables involucradas. No se puede hacer una comparación directa entre ellos para determinar cuál es el mejor, pero se puede seleccionar un método adecuado para producir una mezcla de hormigón adecuada en determinadas situaciones.

Los enfoques ampliamente empleados son aquellos recomendados por el Comité ACI 211. No obstante, es relevante considerar que cualquier método de diseño únicamente puede brindar una estimación preliminar de las proporciones requeridas. Dichas proporciones deben ser validadas y ajustadas mediante pruebas de laboratorio y campo utilizando la mezcla real.

3.4.1. Consideraciones de Diseño

- La excelencia y la capacidad de soporte del concreto se basan fundamentalmente en la proporción entre el contenido de agua y cemento de la mezcla de cemento, así como en la configuración y tamaño de las partículas de agregado. No obstante, además de las condiciones de facilidad de manejo, también se ven influenciadas por la relación agua-cemento y las proporciones entre los agregados gruesos y finos empleados.
- Una vez que se han fijado los niveles de robustez y facilidad de manipulación deseados, se puede calcular la relación entre la cantidad de agua y cemento (proporción) y la cantidad aproximada de agua necesaria para lograr la capacidad de trabajo necesitada, empleando la tabla que ofrece información sobre las diversas dimensiones y variedades de agregados.

- Luego de definir los niveles anhelados de solidez y capacidad de manipulación, se procede a efectuar el cálculo de la cantidad necesaria de cemento y agregados. La fracción correspondiente a la arena se establece haciendo referencia a la tabla adecuada, teniendo en cuenta tanto las dimensiones máximas de los agregados como su grado de fineza.
- Se efectúa la estimación de la cantidad de componentes necesarios para la amalgama, tanto en términos de masa o volumen de los elementos sólidos.
- Para determinar las cantidades adecuadas de la composición de concreto, se requiere tener en cuenta las exigencias particulares de la construcción, lo cual abarca la facilidad de manejo, capacidad de carga y longevidad del material.
- La manejabilidad, que abarca aspectos como la calidad del acabado, engloba los atributos difusamente descritos de facilidad de manejo y coherencia.
- La aptitud para el manejo del concreto se puede conceptualizar como una característica del material que influye en su viabilidad para ser dispuesto, compactado y acabado sin experimentar un perjudicial proceso de separación, involucrando los conceptos de plasticidad, adhesión y capacidad para la compresión del material.
- La capacidad de manipulación, compactación y finalización del concreto sin que ocurra segregación se conoce como la propiedad de trabajabilidad. La trabajabilidad del compuesto se ve afectada por diversos factores, como la relación, el tamaño y la configuración de los materiales pétreos, la cantidad de cemento, la incorporación de aire en la mezcla, la viscosidad y la inclusión de aditivos.
- Los elementos previamente mencionados son tomados en cuenta en las pautas de diseño recomendadas por esta sugerencia.

3.4.2. Datos Esenciales sobre los Materiales Necesarios

- El método de diseño de esta directriz considera estos elementos.
- La disposición de las dimensiones de los materiales pétreos influye en la distribución

de sus tamaños dentro del compuesto y en la superficie que entra en contacto con la pasta de cemento en la amalgama en su fase de frescura.

- La finura del árido hace referencia al valor de retención hasta el tamiz n.º 100 dividido por 100 y depende del tipo de hormigón (grueso, medio o fino), así como del estado de la superficie y el efecto final en la construcción. Esta característica del árido influye en la distribución granulométrica y en la superficie en la que se produce la interacción con la pasta de cemento en la mezcla en estado fresco.
- La densidad aparente de los materiales pétreos se describe como la proporción entre el espacio ocupado por agua dentro de los intersticios de las partículas de los agregados y el volumen completo de dichas partículas, tomando en consideración la cantidad de agua estándar presente.
- Las características principales incluyen mejorar los plazos de mezclado, endurecimiento y maduración de la combinación, y durante el proceso de construcción, optimizar la fuerza ejercida en las áreas de unión entre los componentes de hormigón y el encofrado.
- Podemos afirmar que la capacidad de retención de H₂O de los materiales granulares es un aspecto significativo que influye en la habilidad de la superficie de dichos materiales para adherirse de forma mecánica a la pasta de cemento. Así mismo, ejerce influencia en las características mecánicas del concreto, tales como su capacidad de soporte en compresión, tracción y su capacidad de resistir la abrasión.
- La cantidad de masa con relación al volumen del material granular se conoce como masa unitaria. La densidad compactada se refiere a la capacidad de carga del árido, mientras que la densidad seca aparente está vinculada a las características de fluidez y consistencia del hormigón recién mezclado.
- La cantidad de contenido de agua en los materiales granulares es un elemento que debe considerarse al ajustar la proporción de agua a cemento en las mezclas recién preparadas, con el fin de evitar una consistencia inmanejable y un exceso de fluidez.
- La selección del tipo de cemento depende de las condiciones particulares de uso del

elemento de construcción a ser erigido, mientras que la densidad del cemento se elige para ajustar de manera precisa el consumo por metro cúbico o por kilogramo en el vertido.

3.5. Procedimiento y Método de Diseño

3.5.1. Método de Diseño ACI 211.1

La metodología ACI representa un método de diseño empleado para concebir una mezcla de hormigón, donde los componentes (cemento, agua, árido grueso y árido fino) se dimensionan considerando tanto su masa como su capacidad de llenado, con el propósito de garantizar tanto la trabajabilidad en su estado fresco como las propiedades ideales en su estado endurecido.

La normativa ACI 211 es el estándar que rige la formulación de mezclas de concreto, basándose en la normativa ASTM C33, que define las directrices sobre las dimensiones de las partículas de los materiales pétreos.

Es necesario contar con información previa sobre el tipo de construcción que se va a realizar y los materiales que se utilizarán antes de proceder con el diseño de la mezcla.

Se emplearon cálculos de proporciones para las capacidades de resistencia siguientes:

- $F'c = 100 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'c = 140 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$

3.5.1.1. Elección del Asentamiento

Los datos mencionados en la tabla 4 son considerados como los valores sugeridos de deformación cuando se emplea el método de compactación mediante vibración. En caso de utilizar otro método de compactación, se debe añadir una longitud adicional de 2.5 cm.

Tabla 4. Recomendaciones de valores de asentamiento para distintos tipos de construcción

Asentamiento (cm)	Consistencia (tipo de concreto)	Grado de trabajabilidad	Tipo de estructura y condiciones de colocación
0-2,0	Muy seca	Muy pequeño	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibraciones de formaletas
2,0-3,5	Seca	Pequeño	Pavimentos vibrados con máquina mecánica
3,5-5,0	Semiseca	Pequeño	Construcciones en masas voluminosas. Losas medianamente reforzadas con vibración. Fundaciones en concreto simple. Pavimento con vibradores normales
5,0-10,10	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactados a mano. Columnas, vigas, fundaciones y muros, con vibración
10,0-15,0	Húmeda	Alto	Secciones con mucho refuerzo. Trabajos donde la colocación sea difícil. Revestimiento de túneles. No recomendable para compactarlo con demasiada vibración

3.5.1.2. Selección del Tamaño Máximo Característico (TMC)

La elección de una distribución de tamaño adecuada y una mayor densidad con menor cantidad de espacios vacíos es significativa. La tabla 5 muestra las recomendaciones de los valores de la proporción de masa de cemento (TMC) para distintos tipos de construcciones.

Tabla 5. Valores sugeridos TMC de acuerdo con el tipo de edificación

Dimensión mínima del elemento (cm)	Tamaño máximo nominal en mm (pulgadas)			
	Muros reforzados, vigas y columnas	Muros sin refuerzo	Losas muy reforzadas	Losas sin refuerzo o poco reforzadas
6-15	12(1/2") – (13/4")	19(3/4")	19(3/4") - 25(1")	19(3/4") - 38(1 1/2")
19-29	19(3/4") - 38(1 1/2")	39(1 1/2")	38(1 1/2") - 76(3")	
30-74	38(1 1/2") - 76(3")	76(3")	38(1 1/2") - 76(3")	76(3")
75 o más	38(1 1/2") - 76(3")	152(6")	38(1 1/2") - 76(3")	76(3") - 152(6")

3.5.1.3. Estimación del Contenido de Aire

La presencia de aire en la amalgama contribuye a la mejora de su manejabilidad y cohesión. En la tabla 6 se presentan las directrices para estimar la concentración de aire en la mezcla, siguiendo las pautas definidas en el reglamento ACI 318 S-08.

Tabla 6. Recomendaciones para los niveles de concentración de aire en el concreto en distintas categorías de exposición

Agregado grueso		Porcentaje promedio aproximado de aire atrapado	Porcentaje promedio total de aire recomendado para los siguientes grados de exposición		
Pulgadas	mm		Suave	Mediano	Severo
3/6	9,51	3,0	4,5	6,0	7,5
1/2	12,50	2,5	4,0	5,5	7,0
3/4	19,10	2,0	3,5	5,0	6,0
1	25,40	1,5	3,0	4,5	6,0
1 1/2	38,10	1,0	2,5	4,5	5,5
2	50,8	0,5	2,0	4,0	5,0
3	76,1	0,3	1,5	3,5	4,5
6	152,4	0,2	1,0	3,0	4,0

3.5.1.4. Estimación de la Cantidad de Agua

La cantidad de H₂O necesaria en las mezclas está determinada por la facilidad de manejo, adherencia e hidratación. La figura 4 y la tabla 7 ilustran cómo la cantidad de H₂O requerida varía según la deformación y el tamaño característico máximo.

Tabla 7. Aproximadamente, las necesidades de agua para la mezcla

Condición del contenido de aire	Agua el kg/m ³ de concreto para los TMN del agregado indicados								
	Asentamiento cm	10	12,5	20	25	40	50	70	150
	**	..**	..**
Concreto sin aire incluido	3 a 5								
	8 a 10								
	15 a 18	205	200	185	180	160	155	145	125
	Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incluido, por ciento	225	215	200	195	175	170	160	140
		240	230	210	205	185	180	170	...
Concreto con aire incluido	3 a 5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
	8 a 10								
	15 a 18	180	175	165	160	145	140	135	120
	Promedio recomendable de contenido total de aire por ciento	200	190	180	175	160	155	150	135
		215	205	190	185	170	265	160	...
		8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

*Estas cantidades de agua de mezclado deben utilizarse en los cálculos de los factores de cemento para mezclas de prueba. Son las máximas para agregados gruesos angulares razonablemente bien formados graduados dentro de los límites de las especificaciones aceptadas.

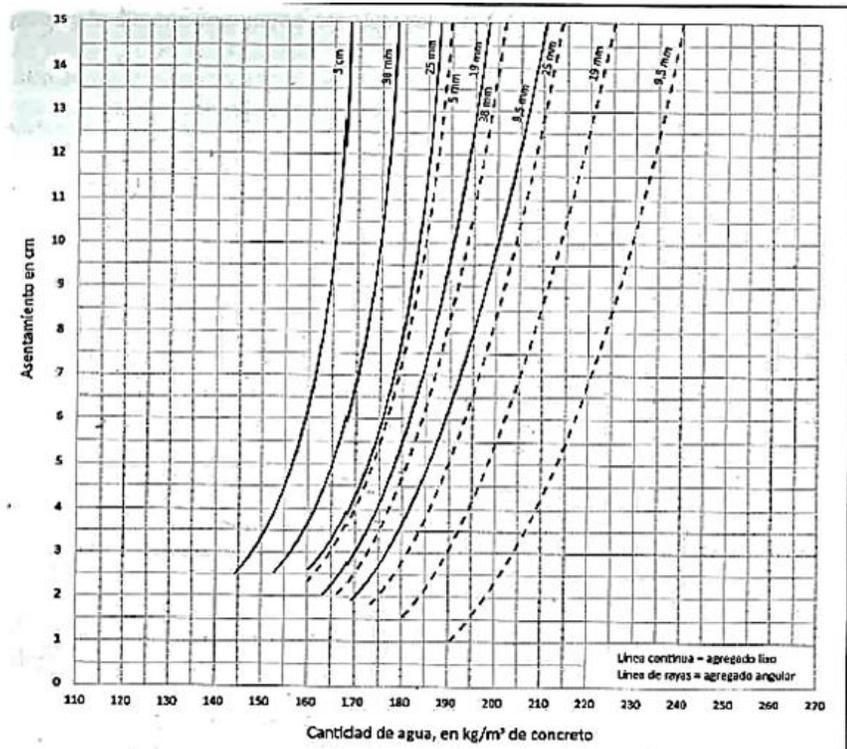


Figura 4. Curvas de requerimientos de agua de mezclado

3.5.1.5. Estimación de la Relación Agua – Cemento (A/C)

La relación entre la cantidad de agua y cemento desempeña un papel esencial en la planificación de las combinaciones de concreto, dado que incide en las demandas de resistencia, durabilidad, permeabilidad y aspecto final. Para establecer este índice, se recurre a la tabla 8 y al diagrama representado en la figura 5 (los valores del gráfico son obtenidos de la tabla).

Tabla 8. *La correlación entre la fuerza de compresión y ciertos valores de la proporción agua/cemento*

Resistencia a la compresión a los 28 días		Concreto sin inductor de aire (relación absoluta por peso)	Concreto con inductor de aire (relación absoluta por peso)
kg/cm ³	PSI		
175	2500	0,65	0,56
210	3000	0,58	0,50
245	3500	0,52	0,46
280	4000	0,47	0,42
315	4500	0,43	0,38
350	5000	0,40	0,35

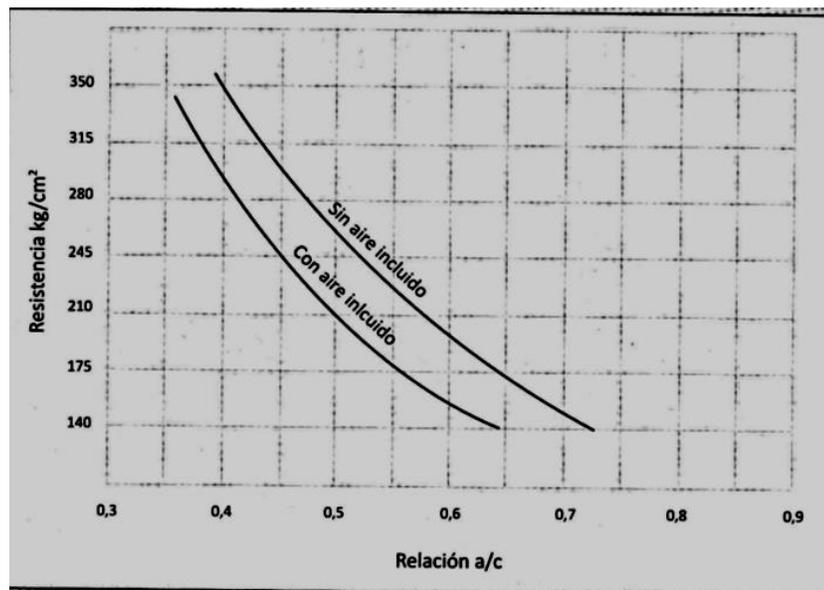


Figura 5. *Las gráficas de capacidad de resistencia a la compresión y la proporción H₂O / cemento*

3.5.1.6. Cálculo del Contenido de Cemento

En el proceso de cálculo del concreto se emplea una fórmula que establece una relación entre agua / cemento (a/c), los cuales fueron previamente calculados.

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

3.5.1.7. Verificación Granulométrica

En esta fase se verifica principalmente la resistencia de la mezcla de concreto, siguiendo los criterios definidos por la “norma ASTM C33”. Estos parámetros se encuentran detallados en las tablas 9 y 10:

Tabla 9. Sugerencias de distribución de tamaño para el agregado grueso, de acuerdo con las pautas establecidas en las normas ASTM C33

AGREGADO	TAMAÑO NORMAL (mm)	MATERIAL QUE PASA CADA UNO DE LOS SIGUIENTES TAMICES (PORCENTAJE)												
		101,60 mm 4"	90,50 mm 3 1/2"	76,10 mm 3"	64,00 mm 2 1/2"	50,80 mm 2"	38,10 mm 1 1/2"	25,40 mm 1"	19,00 mm 3/4"	12,70 mm 1/2"	9,51 mm 3/8"	4,76 mm # 4	2,38 mm # 8	1,19 mm # 16
0	90,50 a 38,10	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
1	64,00 a 38,10			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
2	50,80 a 4,76				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
3	38,10 a 4,76					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
4	25,40 a 4,76						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
5	19,00 a 4,76							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
6	12,70 a 4,76								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
7	9,51 a 2,38									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
8	50,80 a 25,40				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
9	38,10 a 19,00					100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5				

Tabla 10. Orientaciones relativas a la distribución de tamaño del agregado fino, siguiendo las directrices establecidas en la norma ASTM C33

Tamiz		%pasa	
mm	Pulgadas	Límite inferior	Límite superior
9,51	3/8	100	100
4,76	# 4	95	100
2,38	# 8	80	100
1,19	# 16	50	85
0,595	# 30	25	60
0,297	# 50	10	30
0,149	# 100	2	10

3.5.2. Método ACI

El procedimiento ACI es empleado en mezclas de concreto que cumplen con las

pautas de distribución de tamaño estipuladas en la norma ASTM C33. Este enfoque involucra el cálculo del volumen de árido grueso por metro cúbico de concreto, la cual proporciona la cantidad de árido grueso por unidad de volumen de la mezcla. Esta fase se utiliza principalmente para verificar los niveles de resistencia en la combinación de concreto, en conformidad con los estándares establecidos por la norma ASTM C33 y que se detallan en las tablas 9 y 10.

El paso subsiguiente conlleva la determinación del volumen ocupado por las partículas del árido grueso en un metro cúbico de concreto. Este procedimiento se alcanza al dividir la masa unitaria compacta (MUC) de la grava entre su densidad aparente (d_g), originando un valor que puede ser cotejado con la información proporcionada en la tabla 10, lo cual permite calcular el volumen del árido grueso por unidad de volumen en la mezcla de concreto:

$$b = \frac{MUC}{d_g}$$

Después de obtener el valor que representa el volumen del árido grueso por unidad de volumen del concreto y el volumen ocupado por las partículas del árido grueso por metro cúbico, es viable calcular el volumen global de árido grueso en la mezcla por metro cúbico. Para llevar a cabo esta tarea, se multiplica el resultado obtenido de acuerdo con la información de la tabla 11 mediante la ecuación referente al volumen de las partículas del árido grueso:

$$B = \left(\frac{b}{b_0} \right) * b_0$$

Tabla 11. El volumen del agregado grueso con relación al volumen del concreto (b/bo)

Máximo tamaño nominal de agregados		Volumen de agregado grueso secado en el horno por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino			
		Módulo de finura			
Pulgadas	mm	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.51	0.50	0.48	0.48	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.57	0.53
3/4"	19.1	0.66	0.64	0.64	0.60
1"	25.4	0.71	0.69	0.69	0.65
1 1/2"	38.1	0.75	0.73	0.73	0.69
2"	50.8	0.78	0.76	0.76	0.72
3"	76.1	0.82	0.80	0.80	0.76
46'	152.4	0.87	0.85	0.85	0.81

Después de que los volúmenes de la grava, cemento, agua y aire se han establecido, es imprescindible realizar el cálculo del volumen del árido fino (arena). Este cálculo se efectúa restando el volumen total de los componentes ya conocidos (grava, cemento, agua y aire) al volumen necesario para la composición de concreto. Los valores sugeridos para el volumen de arena se encuentran detallados en la tabla 12.

Tabla 12. Proporciones de los elementos de la combinación expresadas en unidades de peso y capacidad para un metro cúbico de concreto

Material	Peso W (kg/m ³)	Densidad aparente (kg/m ³)	Volumen V (a ³ /m ³)
Agua	k/w	1000	Vw
Aire	0	P	Va
Cemento	W/c	Dc	Vc
Agregado Grueso	Wg	Dg	Vg
Agregado fino	Wf	df	Vf
Total	Wt		1,00 m ³

3.5.3. Técnica del Índice de Fineza en la Combinación de Materiales Pétreos

3.5.3.1. Resistencia a la Compresión f'c

Nuestro punto de referencia se encuentra en la magnitud de resistencia que aspiramos a alcanzar en nuestro concreto en términos de resistencia a la compresión a su estado de consolidación, expresada en unidades de kg/cm².

3.5.3.2. Resistencia Requerida f'_{cr}

Dado que no se dispone de datos relativos a la resistencia de muestras provenientes de obras y proyectos previos, no es posible calcular una desviación típica; por lo tanto, se considera el valor f'_{cr} teniendo en consideración la información detallada en la siguiente tabla.

Tabla 13. Resistencia requerida f'_{cr}

F'c específico	F'cr
< 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
> 350	$f'c + 98$

3.5.3.3. Tamaño Máximo Nominal

Nuestra referencia se encuentra en las normativas establecidas para la propiedad estructural, ajustándonos a los siguientes criterios:

- Una tercera parte de la altura de las losas.
- Un quinto de la menor medida de las superficies a ser encofradas.
- Tres cuartos del espacio libre entre barras o elementos individuales de refuerzo, conjuntos de barras, cables de preesfuerzo o conductos.

3.5.3.4. Asentamiento

Dado que no se disponen de directrices técnicas detalladas para proyectos específicos, se considerará el procedimiento de envarillado, en el que se exige un hundimiento no superior a 5 pulgadas; se hace referencia al cuadro siguiente de hundimiento.

Tabla 14. Prueba del slump

Tipo de estructura	Slump	
	Mínimo	Máximo
Zapatas y muros de cimentación armada	1	3
Cimentaciones simples y calzaduras	1	3
Vigas, losas y muros armados	1	4
Columnas	2	4
Columnas	1	3
Concreto ciclópeo	1	2

3.5.3.5. Contenido de H₂O

Depende de las condiciones de facilidad de manejo y del tamaño máximo nominal (TMN) del material pétreo grueso.

Tabla 15. Contenido de H₂O

Asentamiento	Agua en l/m ³ para TMN agregados indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

3.5.3.6. Contenido de Aire Total

Se determina con base en el tamaño más grande nominal del material pétreo grueso y a la situación ambiental en la que se encuentra expuesto.

Tabla 16. Contenido de aire total

TMN del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

3.5.3.7. Relación Agua/Cemento A/C

En el proceso de diseño se toma como referencia la resistencia a la compresión necesaria, con la asistencia de la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 17. Relación de H₂O/cemento

f'cr kg/cm²	Relación s/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

3.5.3.8. Contenido de Cemento

El componente relacionado al cemento se fundamenta en la disgregación de la proporción de agua a cemento y la cantidad de contenido acuoso.

$$Cemento = \frac{a/c}{Contenido\ de\ agua}$$

3.5.3.9. Cálculo de Suma de Volúmenes Absolutos sin Agregados

La agregación de todos los elementos previamente particionados conforme a su densidad específica, excluyendo aquellos de los agregados.

$$\Sigma vol = \Sigma \frac{Material}{Peso\ Especifico}$$

3.5.3.10. Determinación del Índice de Finos en la Mezcla de Materiales Pétreos

El valor del coeficiente de finura (m) se deriva de la tabla que muestra una relación directa con el número medio de partículas (TMN) y la cantidad de sacos de cemento.

Tabla 18. Módulo de fineza en la combinación del agregado

TMN del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para distintos contenidos de cemento en bolsas/m ³			
	6.00	7.00	8.00	9.00
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

3.5.3.11. Determinación del Porcentaje de Material Pétreo de Granulometría Fina

Se deriva mediante la fórmula siguiente a partir de los índices de finura de los materiales pétreos y el coeficiente (m).

$$\% \text{ Agregado Fino} = \frac{(Mg - m)}{(Mg - Mf)} * 100$$

3.5.3.12. Determinación del Peso de los Materiales Pétreos en su Estado Deshidratado

El producto resultante se multiplica por su densidad específica en estado seco, con el fin de obtener el peso deshidratado del material pétreo.

$$\text{Peso Seco Agregado Fino} = \text{Vol. Agregado Fino} * P. E. Agregado$$

Para el material pétreo de granulometría gruesa, se calcula multiplicando el volumen total por la complementaria del porcentaje del material pétreo de granulometría fina, y luego se multiplica este valor por la densidad específica del material pétreo de granulometría gruesa.

$$\begin{aligned} \text{Vol. Agregado Grueso} &= \text{Vol. Agregado Global} * (100\% - \% \text{Agregado Fino}) \\ \text{Peso Seco Agregado Fino} &= \text{Vol. Agregado Grueso} * P. E. A. Grueso \end{aligned}$$

3.5.3.13. Exposición del Diseño en su Representación Deshidratada

Exhibición de las masas de los materiales en su condición deshidratada.

3.5.3.14. Ajuste por la Influencia de la Humedad en los Materiales Pétreos (peso en condiciones húmedas)

Se emplea la tasa de absorción individual de cada material pétreo al valor en estado deshidratado, junto con la absorción específica para determinar la cantidad de agua libre.

$$\text{Peso Humedo del Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(1 + \frac{\% w}{100}\right)$$

3.5.3.15. Introducción de la Humedad Proveniente de los Materiales Pétreos

La cantidad de agua libre atribuible a cada material pétreo se calcula a partir de la disparidad entre su contenido húmedo y su capacidad de absorción con relación a su peso en estado deshidratado, y la suma de estas cantidades de agua libres contribuye al total de agua requerida.

$$\text{Agua Libre de Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(\frac{\% w - \% abs}{100}\right)$$

3.5.3.16. Volumen de Materiales en su Estado con Contenido de Humedad

Exhibición definitiva de los materiales con sus masas ajustadas en condiciones húmedas y su dispensación última en lotes o unidades de medida específicas.

3.5.4. Método de Walker

3.5.4.1. Capacidad de Soporte bajo Carga Compresiva F'C

Nuestro punto de referencia se sustenta en el nivel de resistencia que aspiramos que nuestro hormigón alcance en términos de capacidad de soporte bajo

carga compresiva en el momento de su pleno desarrollo, y se manifiesta en unidades de kilogramos por centímetro cuadrado.

3.5.4.2. Nivel de Resistencia Necesaria $F'CR$

Dado que no existen registros de resistencia en muestras correspondientes a proyectos previos, no es posible calcular una desviación estándar; en su lugar, se adopta el valor $f'cr$ siguiendo el criterio establecido en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 19. Nivel de resistencia $F'CR$

$F'c$ específico	$F'cr$
< 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
> 350	$f'c + 98$

3.5.4.3. Dimensión Máxima Declarada

Nuestra referencia se fundamenta en las normativas aplicables a la propiedad distintiva de la edificación, adhiriéndonos a los siguientes criterios:

- Una tercera parte de la altura de las losas.
- Una quinta parte de la dimensión más pequeña de las superficies a ser encofradas.
- Tres cuartos del espacio libre entre las barras individuales de refuerzo, grupos de barras, cables de preesfuerzo o conductos.

3.5.4.4. Nivelación de la Superficie

Dado que no se dispone de documentación técnica de proyectos anteriores, se considerará el procedimiento de posicionamiento de varillas, en el cual se requiere que la nivelación sea inferior a 5 pulgadas, y se hace referencia al siguiente cuadro de nivelación.

Tabla 20. Asentamiento

Tipo de estructura	Slump	
	Mínimo	Máximo
Zapatasy muros de cimentación armada	1	3
Cimentaciones simples y calzaduras	1	3
Vigas, losas y muros armados	1	4
Columnas	2	4
Columnas	1	3
Concreto ciclópeo	1	2

3.5.4.5. Contenido de H₂O

Depende de las circunstancias de maniobrabilidad y del tamaño máximo nominal del material pétreo de granulometría gruesa.

Tabla 21. Asentamiento

Asentamiento	Agua en l/m ³ para TMN agregados indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	187	184	174	166	154	-

3.5.4.6. Contenido de Aire Total

Se haya determinado por la magnitud nominal máxima de los materiales pétreos de granulometría gruesa y la exposición ambiental correspondiente.

Tabla 22. Contenido de aire total

TMN del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
4"	0.20

3.5.4.7. Relación A/C

El diseño se fundamenta con relación a la resistencia necesaria a la compresión, utilizando como referencia la información proporcionada en la tabla adjunta.

Tabla 23. Relación A/C

f'cr kg/cm²	Relación s/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

3.5.4.8. Contenido de Cemento

El factor del cemento se basa en la división de la relación agua/cemento y el contenido de agua.

$$Cemento = \frac{a/c}{Contenido\ de\ agua}$$

3.5.4.9. Determinación de la Agregación de Volúmenes Absolutos Excluyendo Materiales Pétreos

Agregado de todas las sustancias, previamente fraccionadas, en conformidad con su densidad particular, excluyendo aquellas correspondientes a los elementos pétreos.

$$\Sigma vol = \Sigma \frac{Material}{Peso\ Especifico}$$

3.5.4.10. Índice de Material Pétreo de Granulometría Fina

Se determina en función del TMN, el módulo de fineza del agregado fino

y el factor por bolsas de cemento según la característica del agregado se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 24. Índice de agregado granulado

TMN del agregado grueso	Agregado redondeado				Agregado angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
1/2"	5.00	6.00	7.00	8.00	5.00	6.00	7.00	8.00
	Agregado fino - módulo de fineza de 2.3 a 2.4							
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
	Agregado fino - módulo de fineza de 2.6 a 2.7							
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
	Agregado fino - módulo de fineza de 3.0 a 3.1							
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

3.5.4.11. Determinación de las Masas Deshidratadas de los Materiales Pétreos

El producto se obtiene al realizar la multiplicación por el volumen total de los materiales pétreos, el cual corresponde al volumen del material pétreo de granulometría fina. Luego, este valor se multiplica por la densidad específica del mencionado material pétreo fino para establecer su masa en estado deshidratado.

Volumen Agregado Fino

$$= \text{Vol. Agregado Global} * \% \text{Agregado Fino}$$

Peso Seco Agregado Fino

$$= \text{Vol. Agregado Fino} * \text{P.E. Agregado}$$

Para el material pétreo de granulometría gruesa, se procede a calcular el producto del volumen total por la discrepancia relativa al material pétreo de granulometría fina expresada como un 100 %. Luego, este resultado se multiplica por la densidad específica del material pétreo de granulometría gruesa.

$$\begin{aligned} \text{Vol. Agregado Grueso} &= \text{Vol. Agregado Global} * (100\% - \% \text{Agregado Fino}) \\ \text{Peso Seco Agregado Grueso} &= \text{Vol. Agregado Grueso} * P.E.A. \text{ Grueso} \end{aligned}$$

3.5.4.12. Exhibición del Diseño en su Representación Desprovista de Humedad

Exposición de las masas de los materiales en su condición desprovista de humedad.

3.5.4.13. Ajuste Debido a la Influencia de la Humedad en los Materiales Pétreos (masa en condiciones húmedas)

Se utiliza la tasa de absorción individual de cada material pétreo en relación con su masa deshidratada, así como el valor de absorción correspondiente para estimar la cantidad de agua no retenida.

$$\text{Peso Húmedo del Agregado} = \text{Peso Seco Agregado} * \left(1 + \frac{\% w}{100}\right)$$

3.5.4.14. Incorporación de la Humedad Proveniente de los Materiales Pétreos

La cantidad de agua excedente por cada material pétreo se calcula mediante la disparidad entre su contenido de humedad efectiva y su capacidad de absorción en relación con su masa deshidratada. La suma de estas cantidades de agua excedente representa la contribución al total de agua requerida.

$$\begin{aligned} \text{Agua Libre de Agregado} \\ = \text{Peso Seco Agregado} * \left(\frac{\% w - \% abs}{100}\right) \end{aligned}$$

3.5.4.15. Volumen de Materiales en su Condición de Humedad Presente

Exposición definitiva de los materiales con sus masas ajustadas en condiciones húmedas y su distribución final por lotes o unidades específicas.

3.6. Pruebas para Realizar en el Hormigón

3.6.1. Preparación de Muestras

3.6.1.1. Elaboración de Concreto

A. Norma

NTP 339.036

ASTM C172M

B. Marco Teórico

Es importante que los cilindros de hormigón se fabriquen siguiendo los procedimientos adecuados para garantizar que cumplen las propiedades requeridas, de modo que la recogida de datos sea más fiable. Las condiciones ambientales para la producción de hormigón fueron lo más parecidas posibles a las de la obra.

C. Equipo

- Mezcladora
- Pala, cucharón
- Baldes

D. Procedimiento

- Antes de preparar el hormigón, es imprescindible examinar la humedad del agregado con el fin de llevar a cabo una corrección en caso de ser necesario.
- Antes de comenzar a mezclar, todos los materiales que se van a empapar durante la preparación del hormigón deben ser humedecidos previamente.
- Antes de comenzar el funcionamiento de la mezcladora, es preciso incorporar el material granular en conjunto con una parte del líquido de mezcla. Luego, se añaden el material fino y el cemento, seguidos por el resto del agua. Es esencial permitir que la mezcla permanezca en la mezcladora durante un mínimo de 90 segundos mientras esta se encuentra en movimiento.

- Después de que la mezcla esté lista, se vierte en un molde de probeta o viga para crear muestras para realizar evaluaciones de fuerza bajo compresión y tracción mediante medidas de diámetro.

3.6.1.2. Preparación de Muestras Cilíndricas de Hormigón

A. Norma

NTP 339.183

ASTM C-192

B. Marco Teórico

Con el fin de obtener una muestra que sea representativa, es necesario confeccionar cilindros de concreto, moldearse según determinados procedimientos. El rango de temperatura para el hormigón está entre 10 °C y 32 °C según RNE E060.

C. Equipo

- Moldes cilíndricos, fabricados con cemento impermeable, no absorbente y no reactivo.
- Se requieren barras con forma redonda o recta, de acuerdo con las dimensiones indicadas en la tabla 12, las cuales deben tener al menos un extremo con forma semiesférica y con el mismo diámetro que la barra.
- Martillos de goma
- Palas, placas de metal, aceite

D. Procedimiento

- Se debe poner el molde sobre una superficie nivelada, dura y plana.
- Se recomienda asegurarse de que los moldes estén limpios y que la superficie interior de los moldes esté lubricada.
- Las herramientas utilizadas para manipular el hormigón deben estar

humedecidas.

- El concreto se introduce en el molde, la capa inicial de concreto se llena hasta aproximadamente un tercio del molde y se compacta golpeándola 25 veces en forma de espiral, seguido de 12-15 golpes alrededor del molde con un martillo de goma. Luego, las capas segunda y tercera se llenan de la misma manera que la primera.
- Pasado cierto periodo de tiempo, se toma la muestra utilizando una regla o una placa metálicas.
- Las muestras se colocarán en un entorno húmedo durante las primeras 24 horas para evitar la pérdida de humedad, tras lo cual podrán desmoldarse.
- Es necesario sumergir completamente las probetas de hormigón en una piscina de curado que contenga agua potable limpia (7).

3.6.2. Ensayos en Estado Fresco del Concreto

3.6.2.1. Asentamiento

– **Norma**

- ASTM C 143
- NTP 339.035

– **Marco Teórico**

El objetivo original del método de prueba era proporcionar a los usuarios una técnica para evaluar la fluidez del concreto fresco. En un entorno de laboratorio, donde todos los materiales del concreto son rigurosamente controlados, se ha comprobado que el asentamiento del concreto aumenta en relación con el contenido de agua de una mezcla específica, y por lo tanto, es inversamente proporcional a su resistencia. Sin embargo, en el campo, la relación entre el asentamiento y la resistencia del concreto no es clara ni constante. Es necesario tener precaución al relacionar los resultados de asentamiento obtenidos en el campo con la resistencia del concreto.

Hay que tomar en consideración que el concreto con un asentamiento inferior a 15 mm puede no deformarse plásticamente lo suficiente y el hormigón con un asentamiento superior a 230 mm puede no cohesionarse lo suficiente en este ensayo (7).

– **Equipo**

- Los moldes utilizados para este proceso son de forma cónica y están hechos de metal. Tienen una apertura en ambos extremos, el hormigón presenta un espesor de 10 cm en la parte superior y 20 cm en la inferior. Para facilitar su manejo, los moldes están equipados con soportes y asas. Estos moldes se conocen como "cono Abrams".
- Una barra de compactación lisa con un grosor de 1,6 cm y una longitud de 60 cm.
- Instrumento de medida
- Cazo de metal

– **Procedimiento**

- El soporte horizontal donde se ubicará el molde debe estar limpio y húmedo con agua, evitando cualquier tipo de lubricante como aceite o grasa.
- El operario apoya los peldaños del molde con los pies para que este no se mueva en el proceso.
- Es necesario completar el molde en tres estratos, cada uno con aproximadamente el mismo tamaño y compactar cada estrato con 25 impactos uniformes utilizando la barra de compactación. La parte inferior debe llenarse hasta una altura de alrededor de 7 cm, mientras que la capa intermedia debe llenarse hasta una altura de alrededor de 16 cm. Durante el apisonado, el primer golpe en la capa inferior se realiza inclinando ligeramente la barra de apisonamiento. Para las capas del medio y superior, la acción de compactación debe sumergirse 2,5 cm en la capa inferior. Durante el proceso de compactación

de la capa final, el sobrante de concreto debe permanecer en el borde superior del molde. Es importante que el soporte horizontal en el que se coloca el molde esté limpio y humedecido con agua, pero no con aceite o grasa.

- Después de llenar el molde con las tres capas de hormigón, se debe nivelar la superficie con las barras de apisonado y retirar el exceso de hormigón en la zona cercana al molde. Una vez completado este proceso, el molde puede ser levantado verticalmente sujetando el asa y liberando los peldaños en un tiempo de 5 a 12 segundos sin causar ninguna perturbación en el hormigón, y debe ser colocado a mano.
- El procedimiento entero de rellenar y levantar el molde no debería prolongarse más allá de un plazo de 3 minutos.

La evaluación del asentamiento de la mezcla se lleva a cabo mediante la medición de la altura del concreto moldeado en el eje central del molde, en su ubicación original (desviación de la cinta métrica en milímetros).

3.6.2.2. Peso Unitario Fresco

A. Norma

- ASTM C-138
- NTP 339.035

B. Marco Teórico

La prueba de densidad es fundamental para asegurar la calidad del hormigón recién hecho. La densidad del hormigón fresco varía según la densidad de los áridos y suele situarse entre los 2200 y 2500 kg/m³ en promedio. Este valor lo ubica entre los materiales de construcción más pesados, especialmente en términos de su capacidad para soportar cargas bajo flexión.

Dentro del contexto del laboratorio, se establece como densidad el peso por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto, el cual puede expresarse en kg/m³. Este procedimiento se emplea para comprobar la uniformidad del concreto, evaluar el rendimiento de la mezcla y clasificar el concreto según su

densidad, ya sea ligero, estándar o pesado.

El peso unitario del concreto se ve influenciado por diversos elementos como la densidad de los agregados, la presencia de aire en la mezcla, la proporción de ingredientes y las características de los agregados que afectan la cantidad de agua necesaria. En el entorno de laboratorio, se determina el peso unitario como el peso por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto, y se emplea para evaluar la consistencia de la mezcla, su rendimiento y clasificación como concreto ligero, estándar o de alta densidad.

En el procedimiento de evaluación del peso unitario del concreto, se emplea el mismo molde que se utiliza en la prueba de peso unitario del agregado fino. Después de llenar el recipiente con el concreto recién mezclado, se realiza una medición del peso neto y se divide entre el volumen del recipiente para obtener el peso volumétrico del concreto fresco.

Fórmula:

$$P.U.C. = (Pt - Pm) / Vm$$

Donde:

P.U.C: Peso unitario del concreto fresco [kg/cm³]

Pt: Peso total [kg]

Pm: Peso del molde [kg]

Vm: Volumen del molde [cm³]

3.6.2.3. Contenido de Aire

A. Norma

- ASTM C-231
- NTP 339.083

B. Marco Teórico

La presencia de burbujas de aire entre los componentes del concreto es una

característica habitual en todas las mezclas de concreto, y su cantidad varía según factores como las proporciones físicas de los agregados, el método de compactación y la combinación de ingredientes en la mezcla. En condiciones normales, el aire generalmente representa entre el 1 % y el 3 % del volumen de la mezcla, a menos que el concreto esté expuesto a cambios extremos de temperatura, como la congelación y descongelación. Para incrementar la cantidad de aire en la mezcla, se requiere el uso de aditivos específicos para introducir aire.

C. Equipo

- Herramienta empleada para la evaluación de la presión atmosférica
- Barra de compactación
- Martillos de goma
- Instrumentos utilizados en la construcción, que incluyen una pala, un cubo, una tabla de albañilería metálica, una regla metálica y un recipiente de agua.

D. Procedimiento

- Se deben llenar tres capas de hormigón. En la capa superior, se debe sobrepasar ligeramente la parte superior del encofrado con el hormigón.
- Se compacta cada capa mediante la aplicación de 25 golpes uniformes con una barra de hierro.
- Se aplica compresión a la capa inferior hasta lograr su grosor deseado. Para la siguiente capa es importante garantizar que la varilla de acero penetre completamente en la profundidad de la capa en proceso de compactación, incluyendo 2,5 cm de la capa inferior.
- Una vez que se haya vertido cada capa, es necesario dar golpes suaves en las paredes del molde utilizando un mazo de goma, con una frecuencia de 10 a 15 golpes.

- Se debe nivelar la superficie del hormigón dentro del molde.
- Limpie el vaso del equipo, humedézcalo y fíjelo en el recipiente.
- Apague la válvula que une el recipiente metálico y la cámara de aire.
- Rellene una de las válvulas externas de conexión con agua y permita que el agua fluya por la otra válvula.
- Lleve a cabo la acción de verter agua a través de la válvula y agite delicadamente el dispositivo hasta que el aire sea eliminado a través de la válvula.
- Es necesario introducir gradualmente aire hasta que el manómetro muestre la presión inicial requerida.
- Espere unos momentos para permitir que el aire comprimido se estabilice y la aguja del manómetro se alinee con la indicación de presión inicial.
- Proceda a clausurar la válvula de enlace externa.
- Abra la válvula que conecta la cámara de aire con el recipiente de la muestra para facilitar el ingreso del aire presurizado en este último.
- Una vez que la aguja del manómetro se haya estabilizado, lea el porcentaje de aire con una precisión del 0,1 %.
- Previo a la remoción de la tapa, se requiere el cierre de la válvula de enlace y la apertura de la válvula de purga de aire y la válvula de enlace externa, con el propósito de permitir la liberación del aire presurizado.

3.6.3. Ensayos en Estado Endurecido

3.6.3.1. Capacidad de Soportar Fuerzas de Compresión

A. Norma

- ASTM C39
- NTP 339.034

B. Marco Teórico

La fuerza estructural del concreto a menudo se conoce como resistencia a la compresión, ya que es la carga en la que el concreto muestra su mayor capacidad para resistir tensiones, los elementos estructurales se diseñan casi siempre teniendo en cuenta esta importante propiedad.

C. Equipo

- Compresores
- Almohadillas de neopreno
- *Vernier*

D. Procedimiento

- Las probetas por ensayar se sacan del estanque de curado y se secan a temperatura ambiente.
- Se emplea un calibre *vernier* para medir el diámetro de la probeta en tres ocasiones y se obtiene un promedio de dichas medidas, que se utiliza para calcular la superficie de la sección transversal.
- Coloque una almohadilla de neopreno en la muestra.
- Coloque la muestra al centro del compresor y mantenga la carga en el rango de 0,15-0,35 MPa/s hasta que se produzca el fallo.

Capítulo IV

Descripción de las Actividades Profesionales

4.1. Descripción de Actividades Profesionales

4.1.1. Enfoque de las Actividades Profesionales

Las acciones del programa de especialización en competencias se enfocan en la creación de pruebas de laboratorio para implementar los diseños de concreto producidos en la industria y asegurar el cumplimiento de la calidad y los diseños previamente establecidos en el proyecto.

Los colaboradores de laboratorio especializados en suelos y concreto llevan a cabo las labores de pruebas de laboratorio con el fin de asegurar el acatamiento de las normativas técnicas peruanas, especificaciones técnicas y procedimientos del programa de destrucción, así como supervisan la calidad de los agregados que ingresan a la planta de producción. Se efectuarán pruebas de campo para el control de calidad del concreto, tales como el asentamiento y el contenido de aire.

4.1.2. El Ámbito de las Responsabilidades Laborales

El ejercicio de la profesión descrita en el contrato se limita a una descripción de las funciones realizadas durante ese período, sin ningún otro alcance adicional. A continuación, se detallan algunas de las pruebas y actividades realizadas durante la estancia. Se detallan las actividades encomendadas a los licenciados para el seguimiento de las pruebas de laboratorio sobre suelos y hormigón, actualización y apoyo en la gestión de

programas de formación, planes de calibración de equipos, programas de destrucción de muestras, etc. Todo lo anterior se basa en el diseño del hormigón premezclado.

4.1.3. Los Resultados o Productos Obtenidos de las Labores Profesionales

La compañía Ecoserm – Rancas, planta de concreto Ecoserm – Rancas, desarrolla actividades de venta de hormigón fresco, ya que comienza con las pruebas de laboratorio y posterior diseño de hormigón. A continuación, se detallan las actividades realizadas por los licenciados, que contribuyeron a la elaboración de los diseños concretos que posteriormente se produjeron de forma industrial:

4.1.3.1. Diseños de Concreto

A. Ensayos de laboratorio

a. Extracción de materiales de cantera

La selección de los componentes a emplear en la instalación de producción de concreto y su cantidad se encuentra determinada por los requisitos y especificaciones del diseño. En este sentido, se eligen los agregados finos y gruesos provenientes de las canteras Sergensaf y Robles, los cuales cumplen con las propiedades necesarias para la preparación de la mezcla. La recolección de dichos materiales se llevó a cabo de acuerdo con las necesidades y solicitudes del cliente.

4.1.3.2. Agregado de Mayor Tamaño

El agregado de mayor tamaño, el cual queda retenido en el tamiz número 4 (4.75 mm), está constituido por grava o una combinación de gravas que se obtienen a partir de la desintegración mecánica o natural de las rocas. Sus partículas presentan principalmente una forma angular o semiangular, con una textura rugosa que se considera favorable.

La expresión «agregado grueso» hace alusión a la grava o una mezcla de gravas generadas a través de la descomposición natural o mecánica de las rocas. Estas gravas quedan retenidas por el tamiz n.º 4 (4.75 mm) y cumplen con los límites establecidos en la norma NTP 400.037. Las partículas de estos agregados presentan preferentemente una forma angular o semiangular, así como una textura rugosa de acuerdo con la norma ASTM C-33.

El propósito fundamental del agregado grueso en el concreto consiste en brindarle resistencia. De acuerdo con investigaciones sobre densidad, se ha establecido que los agregados de granulometría deficiente y con forma redondeada generan una mayor cantidad de huecos vacíos en el concreto. En consecuencia, se aconseja emplear agregados adecuadamente graduados, con una diversidad de tamaños y de forma angular, dado que facilitan una mejor disposición y mayor compactibilidad en la mezcla.

A. Muestreo

La regulación técnica peruana NTP 400.010 define los protocolos de recolección de muestras de agregados de mayor tamaño y de menor tamaño con distintos propósitos (13).

- Aceptación o no aceptación del material
- Supervisión en el origen del abastecimiento
- Análisis preliminar de las potenciales fuentes de abastecimiento
- Verificación de las actividades en el sitio de aplicación

– Normas

- ASTM D-75
- NTP 400.010

– Fuente de Abastecimiento

Se consideró la "Cantera Sergensaf, cantera Robles", una de las canteras más exigentes de Cerro de Pasco. La cantera utiliza piedra triturada TMN 1/2" (mecanizada) como árido grueso, el aseguramiento de la calidad se fundamenta en la normativa NTP 400.037 y es responsabilidad del proveedor. Se eligió una cubierta de plástico para proteger el material, teniendo en cuenta la posibilidad de contaminación.

– Equipos

- Protección de plástico (bolsas)
- Carretilla

- Lampas
- Bandejas

– **Muestreo**

Con el fin de obtener la muestra de agregados de mayor tamaño, se recolectaron tres porciones del material que sean aproximadamente iguales, correspondientes a la sección inferior, media y superior de la acumulación. Estas porciones se combinaron para constituir la muestra de campo.

– **Cuarteo**

Con el propósito de garantizar la uniformidad, resulta esencial que las muestras se encuentren completamente amalgamadas. A continuación, se procede a disminuir o segmentar el material sobre una superficie lisa y pulcra, la cual ha de estar protegida mediante una envoltura de plástico como medida de resguardo contra la pérdida de material y la contaminación de la muestra.

El proceso se llevará a cabo de forma iterativa, construyendo una acumulación en forma de cono con el material y compactándola mediante una apisonadora. Posteriormente, se nivela el material y se divide en cuatro segmentos de igual tamaño. Dos segmentos opuestos se extraen para realizar la prueba pertinente. El informe de peritaje de suficiencia brindará una explicación más exhaustiva del procedimiento.



Figura 6. Proceso de procedimientos de muestreo de agregados gruesos





Figura 7. Proceso de cuarteo de agregados gruesos

B. Granulometría

– Normas

- NTP 400.021
- NTP 400.037
- NTP ASTM C136
- ASTM C33

– Marco Teórico

La evaluación de la granulometría constituye la representación numérica de la distribución de las partículas según su tamaño en una muestra. Para obtener estos datos, se emplea una secuencia de tamices que se disponen de mayor a menor apertura, y se hace pasar una muestra representativa a través de ellos. De acuerdo con la normativa NTP 300.037 o ASTM C33, los límites inferiores y superiores del agregado de mayor tamaño dependen de su tamaño máximo nominal, y se requiere el empleo de una serie de tamices que incluyen medidas de 2 pulgadas, 1½ pulgadas, 1 pulgada, ¾ pulgadas, ½ pulgada, 3/8 de pulgada, #4, #8 y #16.

Los tamices utilizados para la clasificación de los áridos destinados al hormigón se disponen de manera que la apertura de cada tamiz sea aproximadamente la mitad de la apertura del tamiz inmediatamente superior, manteniendo una proporción de 1:2.

La distribución de tamaños y el tamaño máximo de los áridos son aspectos fundamentales que influyen en las propiedades del concreto, como su plasticidad, porosidad, contracción y eficiencia económica. El procedimiento de ensayo consiste en someter la muestra al tamizado utilizando una máquina vibradora, sin aplicar fuerza para forzar el paso de las partículas a través del tamiz.

$$\% \textit{ Retenido} = \frac{\text{Peso de material en tamiz} \cdot 100}{\text{Peso total de ma muestra}}$$

La presentación gráfica de los resultados del análisis de granulometría se realiza mediante la construcción de curvas granulométricas, en las cuales el eje vertical representa el porcentaje que atraviesa el tamiz y el eje horizontal muestra la abertura del tamiz, utilizando una escala logarítmica. Estas curvas proporcionan una visualización más clara de la distribución de tamaños en una masa de agregados.

– **Tamaño Máximo (TM)**

En esta investigación, se seleccionó un tamaño máximo (TM) de agregado de 19 mm (3/4"), que corresponde a la abertura de tamiz más pequeña establecida en la norma NTP 400.037, por la cual la muestra pasa en su totalidad.

$$\textit{TM} = 3/4''$$

La selección del tamaño máximo de los áridos generalmente se basa en el tamaño y la forma de los elementos de hormigón, así como en la cantidad y distribución de la armadura. Es fundamental considerar que el tamaño máximo de los áridos no debe exceder el límite establecido por la normativa técnica aplicable.

- Una quinta parte del tamaño mínimo del elemento de hormigón
- Tres cuartas partes de la distancia libre de la barra de refuerzo
- 1/3 de la superestructura de la losa

Según el criterio del ingeniero, estos requisitos podrían cumplirse si la mezcla presenta una adecuada trabajabilidad que permita colocar el hormigón sin la formación de huecos o vacíos.

– **Tamaño Máximo Nominal (TMN)**

Hay dos descripciones, una referida malla inicial del 100 % al 95 % donde se produce el retenido, y la otra referida al diámetro donde se acumula más del 15 % del retenido inmediatamente por encima de la malla.

En este análisis, el agregado grueso seleccionado presenta un tamaño máximo nominal de 3/8" en la clasificación por tamizado, con más del 15 % de la muestra retenida en esta malla. En consecuencia, el siguiente tamiz de abertura superior, siguiendo las pautas establecidas en la norma NTP 400.037, es de 1/2" (12,5 mm).

$$TMN=1/2 \text{ ''}$$

Tabla 25. Utilización del análisis de granulometría para el agregado grueso de acuerdo con la norma técnica peruana NTP 400.037

Norma NTP 400.037	
Tamaño de tamiz	Porcentaje que pasa por tamices normalizados
1 1/2" (37.5 mm)	-
1 " (25 mm)	100
3/4 " (19 mm)	90 @ 100
1/2 " (12.5 mm)	-
3/8 " (9.5 mm)	20 @ 55
N.º 4 (4.75 mm)	0 @ 10
N.º 8 (2.36 mm)	0 @ 5
N.º 16 (1.18mm)	-

– **Equipo**

- Para separar el material en diferentes tamaños de mallas (1", 3/4", 1/2", 3/8" y #4) se empleó una tamizadora eléctrica.
- Se empleó una balanza eléctrica que tenía una precisión de 0,5 g como herramienta de medición.
- Bandeja de metal

- Cazo de metal

– **Procedimiento**

- Se recolectó una muestra de 3328 kg que se correspondía con el tamaño máximo nominal de 1/2 pulgada, tal como se indica en la tabla 26.
- Para realizar este ensayo, se requiere que el agregado grueso esté completamente deshidratado, lo cual se logra al someterlo a una temperatura controlada de 100 ± 5 °C en un horno.
- Una vez que el agregado se haya deshidratado por completo, se procede a colocar el material en un equipo de tamizado. En este punto, el tamiz ya debería estar dispuesto con aberturas grandes y pequeñas.

Tabla 26. Volumen mínimo necesario de la muestra de agregado grueso para realizar un análisis exhaustivo

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm (in)	Cantidad de la muestra de ensayo, mínimo kg, (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 1/2)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 1/2)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

- Luego de depositar el material en el tamiz, se realiza un movimiento de agitación en múltiples direcciones, como adelante y atrás, izquierda y derecha, arriba y abajo, en forma circular, y de manera recurrente de adelante hacia atrás.
- Una vez concluido el proceso de tamizado, se realiza la pesada del material retenido en cada tamiz, iniciando por el tamiz de mayor abertura.

– **Resultados**

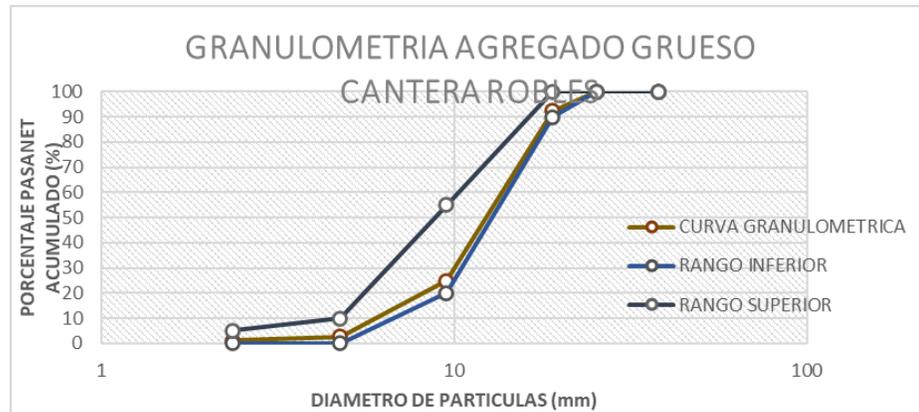


Figura 8. Resultados de la evaluación granulométrica de los agregados gruesos de la cantera Robles

Tabla 27. Se realiza la verificación del peso inicial de la muestra proveniente de la cantera Robles, el cual es de 5200 kg

Cantera Robles					
Peso inicial de la muestra 3328 kg					
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
In	mm				
2"	50.80		0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10		0.00	0.00	100.00
1"	25.40		0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	430.00	7.65	7.65	92.35
1/2"	12.70				
3/8"	9.50	3795.00	67.53	75.18	24.82
1/4"	6.35				
N.º 4	4.75	1245.00	22.15	97.33	2.67
N.º 8	2.36	89.00	1.58	98.91	1.09
N.º 10	2.00				
N.º 16	1.18				
Fondo		61	1.09	100.00	

Tabla 28. Se lleva a cabo la evaluación del peso inicial de la muestra extraída de la cantera Robles, siendo este de 5694 kg

Cantera Robles					
Peso inicial de la muestra 5694 kg					
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
In	mm				
2"	50.80		0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10		0.00	0.00	100.00
1"	25.40		0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	591.00	10.38	10.38	89.62
1/2"	12.70				
3/8"	9.50	3647.00	64.05	74.43	25.57
1/4"	6.35				

N.º 4	4.75	1320.00	23.18	97.61	2.39
N.º 8	2.36	88.00	1.55	99.16	0.84
N.º 10	2.00				
N.º 16	1.18				
Fondo		48	0.84	100.00	

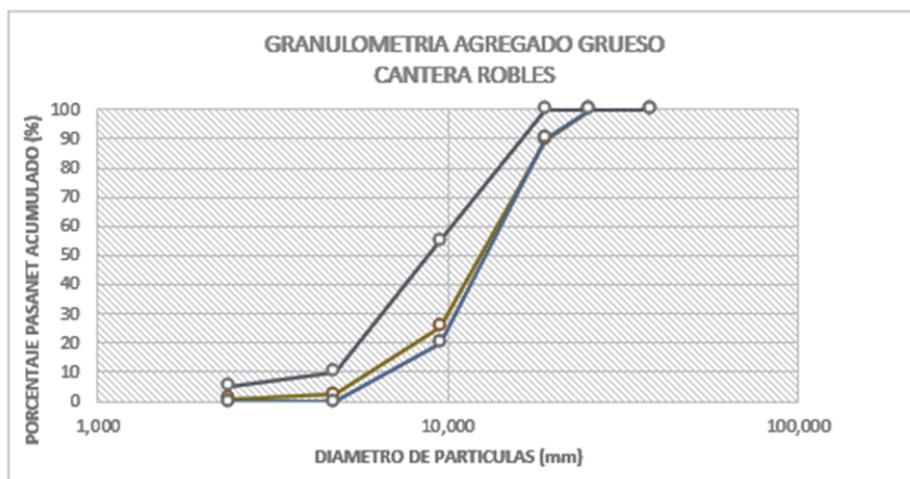


Figura 9. Análisis de la distribución de tamaños del agregado grueso proveniente de la cantera Robles

Tabla 29. Control de diferentes tamices a un peso inicial de la muestra 5480 kg de la cantera Robles

Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
in	mm				
2"	50.80		0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10		0.00	0.00	100.00
1"	25.40		0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	545.00	9.95	9.95	90.05
1/2"	12.70				
3/8"	9.50	3504.00	63.94	73.89	26.11
1/4"	6.35				
N.º 4	4.75	1295.00	23.63	97.52	2.48
N.º 8	2.36	76.00	1.39	98.91	1.09
N.º 10	2.00				
N.º 16	1.18				
Fondo		60	1.09	100.00	

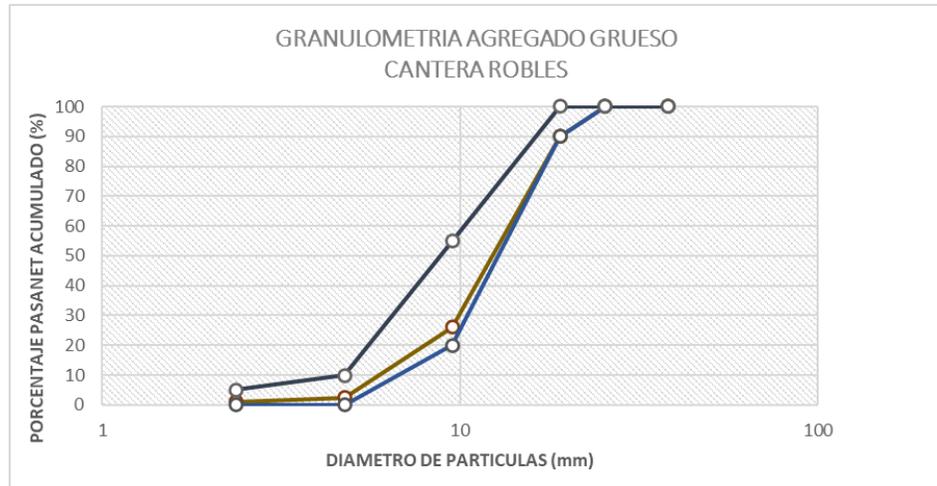


Figura 10. Granulometría del agregado grueso de la cantera Robles

C. Módulo de fineza

– Normas

- ASTM C136
- NTP 400.012

– Marco Teórico

El coeficiente de finura es una estimación del tamaño promedio del agregado y su valor puede indicar si el agregado es uniforme o no. Un coeficiente bajo indica que el agregado es uniforme, mientras que un coeficiente alto sugiere lo contrario. Aunque el coeficiente de finura no distingue entre los tamaños de las partículas, es útil para controlar la uniformidad del agregado cuando su porcentaje se encuentra dentro del rango establecido por la norma de tamaño de partícula.

La relación de finura se obtiene al sumar la cantidad de material retenido en una serie de tamices que van desde 3" hasta #100, excluyendo los tamices de 1" y 1/2". Posteriormente, se divide esta cantidad total entre 100. Es importante mencionar que este cálculo no considera el material retenido en los tamices de 1" y 1/2".

La relación de finura se basa en una correspondencia directa con el tamaño medio logarítmico de las partículas presentes en una distribución de tamaños de partículas determinada.

Fórmula:

$$MF = \frac{\Sigma (\% \text{retenido Acumulado})}{100}$$

– **Resultados**

Tabla 30. Resultados de muestra

Muestra	1 1/2"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 8	N.º 16	N.º 30	N.º 50	N.º 100
M-1	0	7.65	75.18	97.33	98.91	100	100	100	100
M-2	0	10.38	74.43	97.61	99.16	100	100	100	100
M-3	0	9.95	73.89	97.52	98.91	100	100	100	100

679.07		681.58		680.26	
MDF M-1	6.79	MDF M-2	6.82	MDF M-3	6.80
MDF Promedio		6.80			

D. Contenido de humedad

– **Normas**

- ASTM C566
- NTP 339.185

– **Marco Teórico**

Los espacios vacíos existentes en los áridos son de tipo poroso y pueden retener agua, lo cual es relevante ya que su contenido de humedad puede servir como indicador de la humedad de la mezcla.

La existencia de agua en los agregados está vinculada a la porosidad de las partículas, que se ve afectada por el tamaño, la permeabilidad y el volumen total de los poros. Los áridos pueden clasificarse en cuatro estados diferentes según su contenido de agua.

- El estado de completa deshidratación de los agregados se logra mediante un proceso de desecación en un horno a una temperatura constante de 110 °C durante un período de tiempo preestablecido, generalmente de 24 horas.
- El estado parcialmente seco del árido se logra al exponerlo al aire libre, lo que reduce su contenido de humedad.

- Se refiere al estado en el que el agregado está completamente lleno de agua, pero la superficie del agregado se seca mediante una toalla seca o mediante la exposición al aire libre.
- Todos los agregados contienen humedad en su interior, y también existe presencia de agua libre en la superficie.

En este estudio se emplea agregado que se encuentra parcialmente seco para medir el contenido total de agua. El procedimiento implica deshidratar el agregado y comparar su masa antes y después del proceso de deshidratación, con el fin de determinar el porcentaje total de agua presente. Esta metodología es lo bastante precisa para propósitos habituales, como ajustar la proporción de agregado en la mezcla de concreto. La siguiente ecuación permite calcular el porcentaje de humedad del árido:

Fórmula:

$$\%CH = \left[\frac{P_o - P_s}{P_s} \right] * 100$$

Donde:

- %CH: Contenido de Humedad [%]
- P_o: Peso Natural de la Muestra [gr]
- P_s: Peso Seco de la Muestra [gr]

– **Equipo**

- Balanza
- Bandejas metálicas
- Horno

– **Procedimiento**

Se adquirió una muestra inicial de árido grueso con una masa de 2 kilogramos. Se empleó el método del fraccionamiento para pesarla con una

exactitud del 0,1 % de la balanza, garantizando la preservación tanto de la humedad como del material. Posteriormente, se depositó la muestra en un recipiente y se expuso a una temperatura estable de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una estufa con el propósito de extraer la humedad.

El espécimen de sustancia, tras haber sido expuesto a temperatura en el horno para eliminar la humedad, fue sacado del dispositivo y se permitió enfriar previo a su pesaje con el propósito de establecer su masa.

– **Resultados**

Tabla 31. Resultados de número de tara

N.º tara	M-1	M-2	M-3
Peso hum. + tara	5480	5488	5485
Peso seco + tara	5389	5396	5394
Peso de tara	245	246	247
% humedad	1.77	1.79	1.77

C. H. Promedio de la malla n.º 4 promedio	1.77 %
---	--------

– **Normas**

- STM C136
- NTP 400.012

– **Marco Teórico**

El material de mayor tamaño que se retiene en la malla n.º 4 se conoce como agregado grueso, mientras que el material que atraviesa dicha malla indica el nivel de agregado fino presente en el agregado grueso. Este dato es relevante en la elaboración de mezclas utilizando el método de Fuller y se obtiene a partir de pruebas de granulometría realizadas previamente.

– **Resultados**

Tabla 32. Resultados de cantera Sergensaf

Cantera Sergensaf				
Tamiz		Muestra	Pasante acumulado (%)	
in	mm			
#4	12.70	M - 1	2.67	
#4	13.70	M - 2	2.39	
#4	14.70	M - 3	2.48	
% pasante de la malla #4 promedio			2.51	

E. Peso específico

– **Normas**

- ASTM C127
- NTP 400.021

– **Marco Teórico**

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo previo de este informe, el peso específico es una de las propiedades físicas de los agregados. Se define como la proporción entre el peso y el volumen de una masa específica, y guarda una estrecha correlación con las características de las partículas que componen el agregado.

Las partículas de los agregados exhiben poros tanto saturados como no saturados, los cuales están determinados por su permeabilidad interna y pueden contener agua en diferentes estados, como vacío, parcialmente saturado o completamente sellado. Esta variedad de estados de humedad da lugar a una serie de densidades, que son de interés en el campo de la tecnología del concreto y en la formulación de mezclas. En este contexto, la densidad aparente es un factor importante, dado que establece la conexión entre el peso del agregado y el espacio que ocupan sus partículas, tanto en condiciones de saturación como sin saturar.

En el proceso de diseño de la combinación de concreto, resulta vital tener en cuenta el parámetro de la densidad aparente de los agregados, puesto que esto define la cantidad de agregados requeridos por unidad de volumen del concreto. La existencia de poros internos en las partículas de los agregados ocupa una fracción

del volumen total de la masa de concreto, y los poros saturados retienen el agua. En consecuencia, la densidad aparente desempeña un papel decisivo en la cantidad de agua necesaria para lograr la consistencia deseada de la mezcla y en la resistencia del concreto resultante.

– **Equipos**

- Las balanzas que tienen una capacidad de 3000 g o más y una precisión de 0,5 g, deben tener un dispositivo para colgar una cesta de malla metálica que sostiene la muestra desde el centro de la mesa de pesaje en un tanque de agua.
- Tamiz estándar n.º 4
- Contenedor de agua
- Cesta de malla metálica con una abertura equivalente a la de un tamiz n.º 6
- Horno

– **Procedimiento**

- Antes de llevar a cabo la prueba de densidad específica, se requiere obtener una muestra representativa del agregado en cuestión y luego descomponerla.
- Se debe cribar el árido mediante una malla n.º 4 y desechar todo el material que logre pasar a través de ella antes de llevar a cabo el ensayo de gravedad específica.
- La muestra de agregado de gran tamaño destinada al experimento debe tener un peso aproximado de 3000 gramos y estar completamente desprovista de humedad.
- Para el ensayo de gravedad específica, se debe sumergir la muestra de aproximadamente 3000 gramos de agregado grueso en agua durante 24 horas. Posteriormente, es necesario extraer la muestra del líquido y permitir que se deslice sobre una superficie absorbente amplia.

- Después de 24 horas de remojo en agua, la muestra debe retirarse del líquido y colocarse sobre una tela grande y absorbente, como una franela. Se debe rodar la muestra sobre la tela hasta que se elimine cualquier exceso de agua visible en la superficie del agregado y se pierda su brillo superficial.
- La muestra se pesa y se determina pesando la superficie cuando está seca y saturada. Todos los pesos, incluido este peso, se determinan con una precisión de 0,5 g.
- La cesta utilizada para el ensayo debe ser pesada completamente sumergida en el tanque de agua, y se debe registrar el nivel de inmersión de la cesta. Luego, se establece el peso de la cesta sumergida en el agua como cero.
- Se introduce la muestra seca y saturada en la cesta hasta la marca superior y se pesa, obteniendo así el valor de la masa de la muestra completamente sumergida en H₂O.
- La muestra se retira del recipiente de alambre y se expone a una temperatura controlada de 100 ± 5 °C en un horno con el fin de establecer su peso en condiciones de sequedad.

- **Fórmulas**

- Volumen desalojado (Vdes):

$$vdes = W_{sss} - W_{sum}$$

- Peso específico seco (Pe)

$$PE = \frac{WS}{Vdes}$$

- Peso específico saturado superficialmente seco (P_{ss}):

$$PE = \frac{W_{ss}}{V_{des}}$$

- Donde
 - W_{ss}: peso de la muestra saturada superficialmente seca
 - W_s: peso de la muestra seca
 - W_{sum}: peso de la muestra sumergida



Figura 11. Proceso de prueba de densidad específica de gruesos

– **Resultados**

Tabla 33. Peso específico promedio

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso saturado superficialmente seco (W _{sss})	g	3934	3262	3598
Peso de muestra seca (W _s)	g	3902	3235	3568
Peso de muestra sumergida (W _{sum})	g	2448	2029	2238
Volumen de muestra (V _{des})	cm ³	1486	1233	1360
Peso específico seco (PE)	g/cm³	2.647	2.646	2.646
P. E. Saturado superficialmente seco (P _{esss})	g/cm ³	2.65	2.646	2.65
Peso específico promedio		2.646		

F. Absorción

– **Normas**

- ASTM C127
- NTP 400.021

– **Marco Teórico**

La capacidad de absorción de los agregados se refiere al aumento en la cantidad de sustancia ocasionado por la existencia de agua en los espacios internos del material, sin considerar el agua que se adhiere en la superficie externa de las partículas. Este incremento se expresa como un porcentaje relativo al peso sin humedad del material.

– **Equipos**

- Depósito de agua
- Horno
- Balanza

– **Procedimiento**

Este procedimiento consiste en sumergir la muestra en agua durante un lapso de 24 horas con el propósito de alcanzar la densidad aparente deseada (SSS). Posteriormente, se pesa la muestra resultante y se procede a su secado en un horno. La capacidad de absorción se define como la disparidad de peso entre la muestra saturada y la muestra deshidratada.

– **Resultados**

Tabla 34. Promedio de absorción de las tres muestras

cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3
Peso saturado superficialmente seco (W _{sss})	g	3934	3262	3598
Peso de muestra seca (W _s)	g	3902	3235	3568
Absorción	%	0.82	0.83	0.84
Absorción promedio %		0.83		

G. Peso unitario suelto

– **Normas**

- ASTM C29
- NTP 400.017

– **Marco Teórico**

El peso específico suelto se define como la proporción entre la masa de las partículas del agregado grueso y el volumen completo de un recipiente de referencia estándar, en el cual el agregado se coloca sin ser sometido a presión alguna y utilizando el método de la pala. Dado que este valor considera los espacios entre las partículas y su acomodo, resulta en un parámetro relativo en cierta medida.

El valor del peso unitario se ve afectado por la influencia de la distribución de dimensiones de las partículas, la configuración y textura de su superficie, el nivel de compactación y la densidad específica del agregado.

– **Equipos**

- Cucharón
- Molde metálico
- Bandejas
- Balanza

– **Procedimiento**

- Para llevar a cabo este procedimiento, se debe tomar una muestra representativa del material y realizar un corte en cuatro partes iguales.

- Deje que el material se seque.
- Es necesario completar el contenedor hasta su límite empleando una cuchara, garantizando que el material sea depositado desde una altura que no supere los 50 mm (2 pulgadas) por encima del borde. Es importante eliminar con cuidado el exceso de material con una regla, para evitar la compactación.
- Se debe tomar nota del peso y la capacidad del contenedor, así como su contenido, y tomar las medidas necesarias para pesar y medir con precisión.

– **Fórmulas**

- Peso de la muestra (P_m)

$$P_m = p(m + mld) - Pmld$$

- Peso unitario suelto (PUS)

$$PUS = \frac{P_m}{V_{mld}}$$

- Donde
 - $P(m + mld)$: peso de la muestra + peso del molde
 - $Pmld$: peso del molde
 - V_{mld} : volumen del molde



Figura 12. Proceso de prueba de peso unitario de gruesos

– **Resultados**

Tabla 35. Promedio del peso unitario suelto

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso de muestra + peso de molde (Pm + mld)	g	18553.00	18659.00	19021
Peso de molde (Pmld)	g	6727.00	6727.00	6727.00
Peso de la muestra (Pm)	g	11826.00	11932.00	12294.00
Volumen del molde (Vml)	cm ³	8421.19	8421.19	8421.19
Peso unitario suelto (PUS)	g/cm ³	1.404	1.417	1.460
Peso unitario suelto promedio		1.427 g/cm³		

H. Peso unitario varillado

– **Normas**

- ASTM C29
- NTP 400.017

– **Marco Teórico**

El proceso de compactación se aplica cuando el tamaño máximo de los agregados es igual o inferior a 50 mm y requiere muestras que hayan sido previamente secadas al aire.

– **Equipos**

- Barra de metal sin relieve con extremo semiesférico
- Escala
- Moldes metálicos
- Bandeja
- Cucharón

– **Procedimiento**

- Secado del material
- Muestreo y despiece del material
- Llène 1/3 del recipiente de pesaje y aplane la superficie. Con una barra de compactación, golpee la capa de áridos uniformemente en forma de espiral 25

veces. Rellenar hasta dos tercios de la medida y repetir la compactación. Por último, llene el recipiente metálico hasta rebosar de áridos, aplique otros 25 golpes con la barra y luego nivele la superficie.

- Al compactar la primera capa, se debe evitar que la barra tenga un impacto fuerte en el fondo, mientras que, al compactar las dos capas superiores, la barra debe hundirse en la última capa de agregado colocada.
- Es necesario agregar el peso del contenedor y su contenido para obtener el peso y volumen global del recipiente de medida, y se deben anotar estos datos (13).

– **Fórmulas**

- Peso de la muestra (P_m)

$$P_m = p(m + mld) - P_{mld}$$

- Peso Unitario Varillado o Compactado (PUC)

$$PUS = \frac{P_m}{V_{mld}}$$

- Donde
 - $P(m + mld)$: peso de la muestra + peso del molde
 - P_{mld} : peso del molde
 - V_{mld} : volumen del molde



Figura 13. Proceso de método de compactación de gruesos

– **Resultados**

Tabla 36. Promedio del peso unitario varillado

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso de muestra + peso de molde (Pm + mld)	g	19558.00	20014.00	19662
Peso de molde (Pmld)	g	6727.00	6727.00	6727.00
Peso de la muestra (Pm)	g	12831.00	13287.00	12935.00
Volumen del molde (Vmld)	cm ³	8421.19	8421.19	8421.19
Peso unitario suelto (PUS)	g/cm ³	1.524	1.578	1.536
Peso unitario varillado promedio		1.546 g/cm³		

4.1.3.3. Agregado Fino

Un agregado es una combinación de partículas de procedencia natural o artificial, que poseen dimensiones normalizadas con relación a su granulometría. Según la normativa, los agregados finos son materiales de origen natural o artificial

que resultan de la descomposición de la roca, y que atraviesan en su totalidad el tamiz estándar de 9,5 mm (3/8 de pulgada) (7).

A. Muestreo

La norma técnica NTP 400.010 detalla los métodos de recolección de muestras de los agregados de mayor tamaño y de tamaño reducido con el propósito de alcanzar determinados objetivos particulares:

- Aceptación o no aceptación de materiales
- Controlado por el proveedor

- Estudio preliminar de los posibles proveedores

- Control de los trabajos en el lugar de utilización

– **Normas**

- ASTM D-75
- NTP 400,00

– **Fuentes de abastecimiento**

Los agregados finos se consideraron a la "cantera Sergensaf, cantera Robles", una de las canteras más demandadas en la ciudad de Cerro de Pasco. Se realizó este análisis con el objetivo de abarcar una zona geográfica más extensa en la ciudad de Cerro de Pasco.

Se ha seleccionado arena gruesa n.º 4 (natural) como árido fino en la cantera y se ha garantizado su calidad por parte de la empresa suministradora. Para preservar la calidad del material, se ha optado por cubrirlo con una lámina de plástico con el fin de evitar la contaminación.

– **Equipos**

- Material de protección de plástico (bolsa)
- Carro de la compra

- Rampas
- Bandejas

– **Muestreo**

Muestreo de tres porciones aproximadamente iguales de material del fondo, el centro y la parte superior de la pila con el fin de recoger el agregado fino. Una muestra de campo se forma al combinar estas partes.

– **Cuarteo**

Para lograr una muestra homogénea es necesario mezclar bien el material. Luego, se reduce o desmenuza en una superficie limpia y plana, cubierta con una capa protectora de plástico con el fin de prevenir la pérdida de sustancia y la contaminación de la muestra. Este proceso se realiza tres veces, formando una pila cónica con todo el material, compactándolo con una apisonadora y formando otra pila. Después, se nivelará hasta lograr un grosor homogéneo y se dividirá en cuatro secciones de igual tamaño. De estas secciones, se seleccionarán dos partes opuestas para llevar a cabo el análisis pertinente, el cual se describe en la siguiente sección.





Figura 14. Proceso de cuarteo de los áridos finos

B. Granulometría

– Normas

- NTP 400.037
- NTP 400.012
- ASTM C33
- ASTM C136

– Marco Teórico

Los estándares NTP 400.037 y ASTM C 33 establecen los límites aceptables para la gradación del agregado fino, pero algunas entidades pueden tener especificaciones más rigurosas en función de sus necesidades y requisitos particulares.

En términos generales, la gradación más adecuada para el agregado fino dependerá de diversos factores, como el tipo de trabajo, la relación agua-cemento y el tamaño máximo del agregado grueso. En el caso de mezclas más empobrecidas o con agregados gruesos de pequeñas dimensiones, se suele preferir una gradación que se acerque al porcentaje máximo que pasa por cada tamiz. Esto se realiza para garantizar una buena maleabilidad y prevenir la segregación del concreto.

No obstante, es crucial tener en cuenta que la gradación del agregado fino no debe ser excesivamente fina, ya que esto puede perjudicar la maleabilidad y la

resistencia del concreto. Por otro lado, una gradación demasiado gruesa puede dificultar la cohesión y la manejabilidad de la mezcla.

En resumen, al seleccionar la gradación del agregado fino, es necesario considerar el tipo de trabajo, la relación agua-cemento y el tamaño máximo del agregado grueso. Al mantener una relación agua-cemento constante y elegir la proporción adecuada entre el agregado fino y grueso, se puede emplear un amplio rango de gradación sin que esto tenga un impacto significativo en la resistencia del concreto. No obstante, siempre es recomendable consultar las especificaciones y recomendaciones de las entidades pertinentes, además de realizar pruebas y ensayos para asegurar el cumplimiento de los requisitos específicos del proyecto.

La operación de cribado se lleva a cabo de forma manual, lo que permite que el material se desplace en trayectorias circulares mediante movimientos tanto horizontales como verticales. Sin embargo, es crucial evitar ejercer presión con las manos para forzar el paso de cualquier partícula a través del tamiz.

La mayoría de las variedades de concreto se adaptan correctamente a la gradación del agregado fino que se encuentra dentro de los límites establecidos en la norma NTP 400.037. A continuación, se enumeran los tamaños de los tamices incluidos en dicha norma.

Tabla 37. Norma NTP 400.037

Norma NTP 400.037		
Porcentaje que pasa en peso		
Tamaño de tamiz	Límites totales	Gradación
3/8" (9.5 mm)	100	100
N.º 4 (4.75 mm)	89 @ 100	95 @ 100
N.º 8 (2.36 mm)	65 @ 100	80 @ 100
N.º 16 (1.18 mm)	45 @ 100	50 @ 85
N.º 30 (0.60 mm)	25 @ 100	25 @ 60
N.º 50 (0.30 mm)	5 @ 70	10 @ 30
N.º 100 (0.15 mm)	0 @ 12	2 @ 10

Según estas directrices, existe la posibilidad de disminuir los mínimos porcentajes (en términos de peso) del material que atraviesa las redes de 0.30 mm

(n.º 50) y 0.15 mm (n.º 100) a un 5 % y 0 %, respectivamente, siempre y cuando se satisfagan determinadas condiciones.

- Es posible disminuir los valores mínimos (en términos de peso) de la fracción de material que atraviesa las cribas de 0.30 mm (n.º 50) y 0.15 mm (n.º 100) a un 5 % y 0 %, respectivamente, en el caso de que el agregado sea empleado en un concreto con adición de aire que contenga más de 237 kg de cemento por metro cúbico y presente un contenido de aire superior al 3 %.
- La utilización de este agregado se encuentra autorizada en un concreto que incluya aire y cumpla con una cantidad de cemento superior a 237 kg por metro cúbico, así como un contenido de aire superior al 3 %. Asimismo, también está permitido en un concreto que incluya aire y presente una cantidad de cemento superior a 296 kg por metro cúbico.
- Es factible emplear un aditivo mineral aprobado para subsanar la ausencia de material que atraviese las cribas de 0.30 mm (n.º 50) y 0.15 mm (n.º 100).

La norma ASTM impone otros criterios adicionales que deben ser satisfechos:

- La norma ASTM estipula que el agregado fino no debe retener más del 45 % entre dos tamices sucesivos.
- La norma ASTM establece como requisito que el agregado fino no retenga más del 45 % entre dos tamices consecutivos. Además, se especifica que el módulo de finura debe estar dentro de un rango de 2.3 a 3.1, con una variación máxima de 0.2 con respecto al valor típico de la fuente de suministro del agregado. En caso de superar este límite, se debe rechazar el agregado fino a menos que se realicen ajustes adecuados en las proporciones del agregado fino y grueso.
- La trabajabilidad y la apariencia superficial del concreto pueden ser influenciadas por la cantidad de agregado fino que atraviese las cribas de 0.30 mm (n.º 50) y 0.15 mm (n.º 100). La mayoría de las especificaciones permiten un porcentaje de paso del 10 % al 30 % a través de la criba de 0.30 mm

(n.º 50). Sin embargo, en casos en los que se requiere una superficie lisa, como en los pisos de concretos acabados manualmente, se debe utilizar un agregado fino que contenga al menos un 15 % de paso a través de la criba de 0.30 mm (n.º 50) y al menos un 3 % de paso a través de la criba de 0.15 mm (n.º 100).

– **Equipo**

- Balanzas, al pesar los áridos finos, utilice una balanza con unidades de 0,1 g
- Los tamices para áridos finos están disponibles en las series #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200.
- Cucharon de metal
- Bandejas
- Horno

– **Procedimiento**

- La cantidad de material en la muestra debe ser igual o superior a 500 gramos
- El procedimiento de cribado se realizará utilizando mallas que cumplan con las características establecidas en la norma NTP 350.001.
- Se agarrará cada criba por su parte superior e inferior, y se ejecutará un movimiento oscilante en todas las direcciones posibles (hacia delante, atrás, izquierda, derecha, arriba, abajo y en forma circular) de manera frecuente.
- La tarea de tamizado se considera finalizada cuando, en un lapso de un minuto, menos del 1 % del peso total del material retenido en el tamiz ha pasado a través de él.
- Es aconsejable que la fracción de material retenido en el tamiz no exceda el 1 % de su peso total.



Figura 15. Las normas NTP 400.037 y ASTM C 33 posibilitan una amplia gama de opciones en cuanto a la gradación del agregado fino

– **Resultados**

Tabla 38. Granulometría de arena segundo resultados

Cantera Sergensaf					
Peso inicial de la muestra 3,328 kg					
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
in	mm				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	12.00	0.36	0.36	99.64
3/8"	9.50	25.00	0.75	1.11	98.89
N.º 4	4.75	124.00	3.73	4.84	95.16
N.º 8	2.36	398.00	11.96	16.80	83.20
N.º 16	1.18	845.00	25.39	42.19	57.81
N.º 30	0.60	812.00	24.40	66.59	33.41
N.º 50	0.30	688.00	20.67	87.26	12.74
N.º 100	0.15	324.00	9.74	97.00	3.00
N.º 200	0.08	71.00	2.13	99.13	0.87
	Fondo	29.00	0.87	100.00	

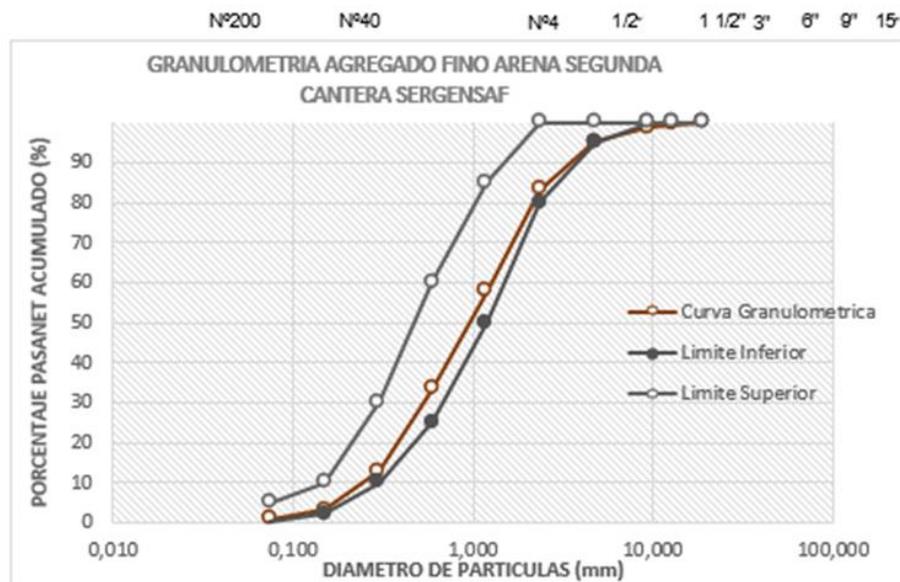


Figura 16. Granulometría de agregado fino arena, segunda cantera Sergensaf

Tabla 39. Granulometría de arena, segunda cantera - resultados

Cantera Sergensaf					
Peso inicial de la muestra 3,084 kg					
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
in	mm				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	23.00	0.75	0.75	99.25
3/8"	9.50	89.00	2.89	3.63	96.37
N.º 4	4.75	145.00	4.70	8.33	91.67
N.º 8	2.36	240.00	7.78	16.12	83.88
N.º 16	1.18	985.00	31.94	48.05	51.95
N.º 30	0.60	768.00	24.90	72.96	27.04
N.º 50	0.30	510.00	16.54	89.49	10.51
N.º 100	0.15	230.00	7.46	96.95	3.05
N.º 200	0.08	80.00	2.59	99.55	0.45
	Fondo	14.00	0.45	100.00	

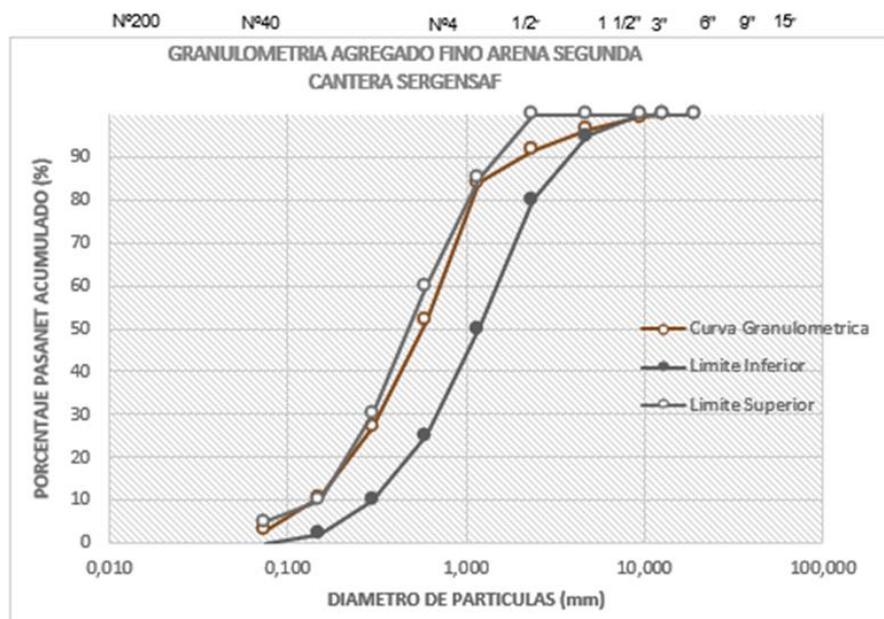


Figura 17. Granulometría de agregados finos segunda cantera

Tabla 40. Granulometría de arena segunda cantera – resultados

Cantera Sergensaf						
Peso inicial de la muestra 2,995 kg						
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)	
in	mm					
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	12.00	0.40	0.40	99.60	
3/8"	9.50	25.00	0.83	1.24	98.76	
N.º 4	4.75	124.00	4.14	5.38	94.62	
N.º 8	2.36	348.00	11.62	16.99	83.01	
N.º 16	1.18	745.00	24.87	41.87	58.13	
N.º 30	0.60	712.00	23.77	65.64	34.36	
N.º 50	0.30	633.00	21.14	86.78	13.22	
N.º 100	0.15	296.00	9.88	96.66	3.34	
N.º 200	0.08	71.00	2.37	99.03	0.97	
	Fondo	29.00	0.97	100.00		

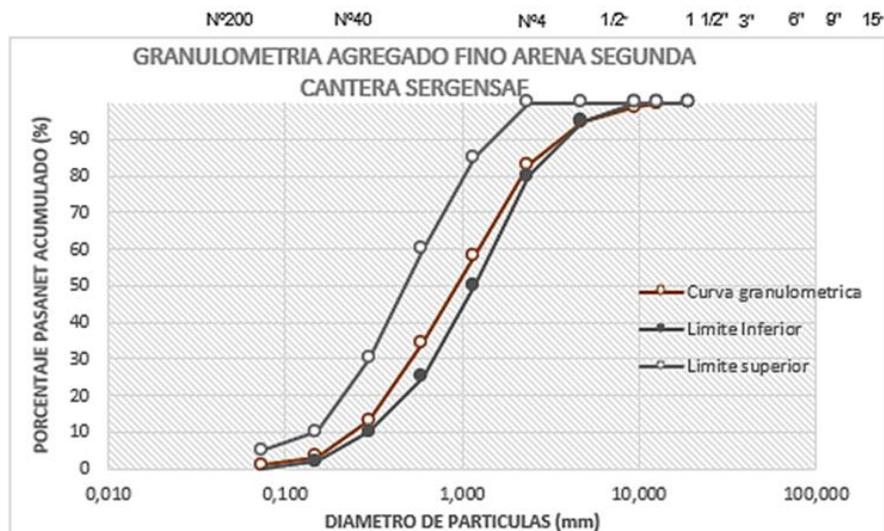


Figura 18. Granulometría agregados finos segunda cantera

Tabla 41. Granulometría de arena shotcrete resultados

Cantera Sergensaf					
Peso inicial de la muestra 3,697 kg					
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
in	mm				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 4	4.75	141.00	3.81	3.81	96.19
N.º 8	2.36	425.00	11.50	15.31	84.69
N.º 16	1.18	879.00	23.78	39.09	60.91
N.º 30	0.60	974.00	26.35	65.43	34.57
N.º 50	0.30	621.00	16.80	82.23	17.77
N.º 100	0.15	401.00	10.85	93.08	6.92
N.º 200	0.08	201.00	5.44	98.51	1.49
Fondo		55.00	1.49	100.00	

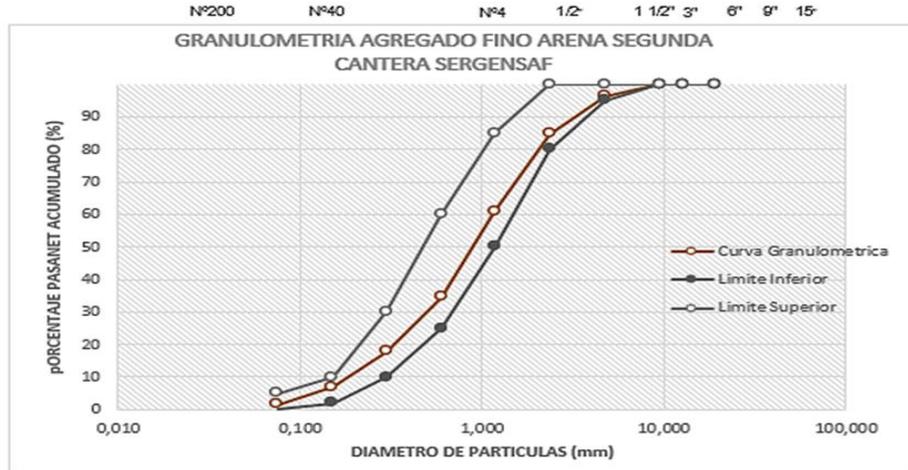


Figura 19. Granulometría de agregados finos segunda cantera

Tabla 42. Granulometría de arena shotcrete resultados

Cantera Sergensaf					
Peso inicial de la muestra 3,173 kg					
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
in	mm				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 4	4.75	123.00	3.88	3.88	96.12
N.º 8	2.36	477.00	15.03	18.91	81.09
N.º 16	1.18	722.00	22.75	41.66	58.34
N.º 30	0.60	812.00	25.59	67.25	32.75
N.º 50	0.30	679.00	21.40	88.65	11.35
N.º 100	0.15	228.00	7.19	95.84	4.16
N.º 200	0.08	90.00	2.84	98.68	1.32
	Fondo	42.00	1.32	100.00	

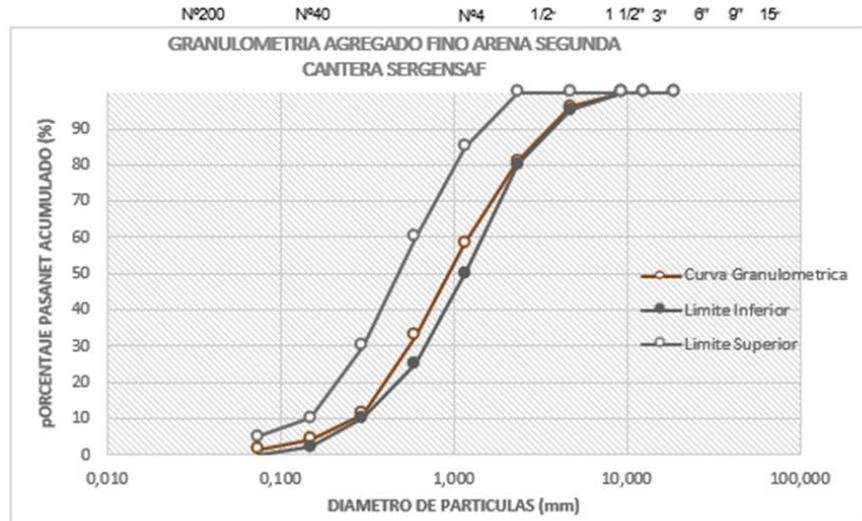


Figura 20. Granulometría de agregados finos segunda cantera

Tabla 43. Granulometría de arena shotcrete resultados

Cantera Sergensaf					
Peso inicial de la muestra 3,270 kg					
Tamiz		Peso retenido (kg)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
in	mm				
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 4	4.75	140.00	4.28	4.28	95.72
N.º 8	2.36	268.00	8.20	12.48	87.52
N.º 16	1.18	896.00	27.40	39.88	60.12
N.º 30	0.60	844.00	25.81	65.69	34.31
N.º 50	0.30	621.00	18.99	84.68	15.32
N.º 100	0.15	325.00	9.94	94.62	5.38
N.º 200	0.08	94.00	2.87	97.49	2.51
	Fondo	82.00	2.51	100.00	

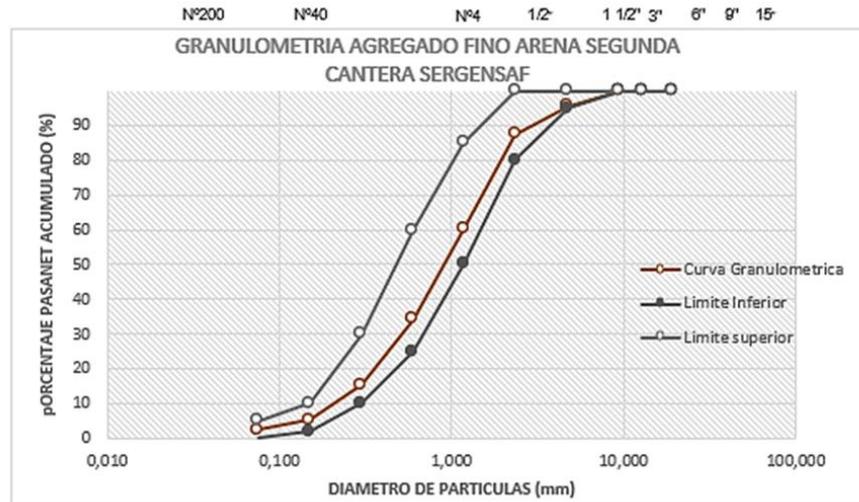


Figura 21. Granulometría de agregados finos segunda cantera

C. Módulo de fineza

– Normas

- ASTM C136
- NTP 400.012

– Marco Teórico

La definición de finura consiste en el cálculo de la retención acumulada de una secuencia de tamices, que incluyen medidas de 3", 1½", ¾", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50 y #100. El resultado se divide entre 100, pero es importante mencionar que esta operación no toma en cuenta los tamices de 1" y ½".

Cuando se evalúan los agregados finos, se considera que aquellos con un tamaño de partícula entre 2,2 y 2,8 tienen una mayor capacidad de trabajo y son menos propensos a la segregación. Por otro lado, se prefiere utilizar agregados finos con un tamaño de partícula entre 2,8 y 3,2, para la producción de concreto de elevada resistencia.

Fórmula:

$$MF = \frac{\Sigma(\% \text{Retenido Acumulado})}{100}$$

– **Resultados**

Tabla 44. Los resultados del índice de finura de la arena secundaria

Muestra	3/4"	1/2"	3/8"	N.º 4	N.º 8	N.º 16	N.º 30	N.º 50	N.º 100
M-1	0.00	0.36	1.11	4.84	16.80	42.19	66.59	87.26	97.00
M-2	0.00	0.75	3.63	8.33	16.12	48.05	72.96	89.49	96.95
M-3	0.00	0.40	1.24	5.38	16.99	41.87	65.64	86.78	96.66
316.14		336.28		314.96					
MDF M-1	3.16	MDF M-2	3.36	MDF M-3	3.15				
MDF promedio		3.22							

Tabla 45. Módulo de fineza de arena shotcrete resultados

Muestra	3/4"	1/2"	3/8"	N.º 4	N.º 8	N.º 16	N.º 30	N.º 50	N.º 100
M-1	0.00	0.00	0.00	3.81	15.31	39.09	65.43	82.23	93.08
M-2	0.00	0.00	0.00	3.88	18.91	41.66	67.25	88.65	95.84
M-3	0.00	0.00	0.00	4.28	12.48	39.88	65.69	84.68	94.62
298.95		316.20		301.62					
MDF M-1	2.99	MDF M-2	3.16	MDF M-3	3.02				
MDF promedio		3.06							

D. Contenido de humedad

– **Normas**

- ASTM C70, 127, 128, 566

– **Marco Teórico**

Para poder determinar con precisión la cantidad neta de agua en el concreto y establecer las proporciones adecuadas de cada componente en la mezcla, es necesario realizar mediciones de la absorción y la humedad superficial de los agregados. Estas mediciones se llevarán a cabo siguiendo las directrices establecidas en las normas ASTM C 70, C 127, C 128 y C 566. Es importante tener en cuenta que la estructura interna de una partícula de agregado consiste en tanto material sólido como espacios vacíos, los cuales pueden o no contener agua.

– **Equipo**

- Balanza
- Horno
- Bandejas metálicas

– **Procedimiento**

Utilizando el método del cuarteo y empleando una balanza de alta precisión con una resolución de 0.1 gramos, se obtiene una muestra inicial de 1000 gramos de agregado fino con el objetivo de evitar cualquier pérdida de humedad o material. Esta muestra se coloca en un recipiente y se expone a una temperatura de 110 °C ± 5 °C en un horno para eliminar completamente toda la humedad. Una vez retirada la muestra seca del horno, se permite que se enfríe a temperatura ambiente antes de proceder a pesarla nuevamente.

Es factible calcular el grado de humedad presente en los agregados utilizando la siguiente ecuación:

Fórmula:

$$\%CH = \left[\frac{P_o - P_s}{P_s} \right] * 100$$

Donde:

%CH: Contenido de Humedad [%]

P_o: Peso Natural de la Muestra [gr]

P_s: Peso Seco de la Muestra [gr]

– **Resultados**

Tabla 46. Contenido de humedad - arena segunda resultados

N.º tara	M-1 g	M-2 g	M-3 g
Peso hum. + tara	3173	2995	3084
Peso seco + tara	3165	2850	2934
Peso de tara	322	322	322
% humedad	0.28	5.74	5.74
<hr/>			
C.H. promedio	3.92 %		

Tabla 47. Contenido de humedad de arena shotcrete resultados

N.º tara	M-1 g	M-2 g	M-3 g
Peso hum. + tara	3173	3185	3180
Peso seco + tara	3001	3011	3005
Peso de tara	274	245	245
% humedad	6.31	6.29	6.34
<hr/>			
C. H. promedio	6.31 %		

E. Peso específico

– Normas

- ASTM C128
- NTP 400.022

– Marco Teórico

La gravedad específica, también conocida como la densidad relativa de un agregado se establece como la proporción entre su masa y la masa de un volumen absoluto de agua equivalente al volumen que el agregado desplaza al ser sumergido. Esta medida se emplea en algunos cálculos relacionados con las proporciones y el control de la mezcla, tales como la determinación del volumen absoluto que ocupa el agregado. Los áridos porosos que favorecen la degradación por congelación-descongelación pueden tener una gravedad específica más baja, pero generalmente no se utilizan como indicador de la calidad del árido.

– Equipos

- Balanza con incrementos de 0,5 g
- El picnómetro (Fiora) es capaz de contener 500 ml o una cantidad mayor.
- Se requiere un molde metálico cónico que tenga un diámetro superior de 40 ± 3 mm, un diámetro inferior de 90 ± 3 mm y una altura de 75 ± 3 mm, y que esté fabricado en chapa metálica con un grosor mínimo de 0,8 mm.

- Pisones metálicos de 25 ± 3 mm de diámetro con una sección circular plana en un extremo. Se establece que su masa debe estar dentro del rango de 340 ± 15 g

- Horno

– **Procedimiento**

- Es necesario tomar una muestra del árido y dividirla en cuartos para obtener una muestra representativa antes de llevar a cabo el ensayo de gravedad específica.
- La cantidad requerida de agregado fino para el ensayo debe ser aproximadamente de 1500 gramos y debe estar completamente desprovista de humedad.
- A continuación, se sumerge la muestra en agua durante un periodo de 24 horas, tras lo cual se retira del agua y se dispone en una bandeja para permitir que se seque al aire hasta alcanzar una completa saturación y secado en la superficie.
- Se utiliza un molde troncocónico para asegurar la saturación y el secado superficial de la muestra, llenándolo con una capa de muestra y compactándolo con un pistón. Tras la compactación, se realiza el nivelado de la superficie de la muestra y se procede a retirar el molde en posición vertical. En caso de que haya presencia de humedad libre, el cono mantendrá su forma, y este procedimiento se repite en intervalos regulares hasta que la muestra adquiera la forma deseada de un cono que termina en un punto sin colapsar, lo que indica que la superficie se ha saturado y secado correctamente.
- Inmediatamente después, se pesan 500 g para la prueba de gravedad específica y 500 g para la prueba de absorción, y se introducen en el horno para determinar su peso seco.
- A continuación, se llena una fiora de 500 cm^3 con un gran volumen de agua y se coloca el árido fino saturado superficialmente (500 g), previamente pesada, saturada de agua, con cuidado de no perder material, hasta que la fiora esté lo suficientemente alta como para expulsar las burbujas de aire que pueda contener

al llenarla de agua e inclinarla, se pasa el rodillo cada 15 minutos más o menos hasta que no haya más burbujas de aire.

- Después de completar el proceso anterior, llene la fiora con agua y déjela reposar durante 24 horas. Luego, agregue agua hasta la marca de la fiora y registre este valor de peso.
- Retirar todo el contenido de las ciruelas secas, añadir agua hasta la marca anterior y volver a pesar las ciruelas secas.
- Pesar la fiora vacía.



Figura 22. El picnómetro (Fiora) es capaz de contener 500 ml o una cantidad mayor



Figura 23. El picnómetro (Fiora) es capaz de contener 500 ml o una cantidad mayor

- Fórmulas
- Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{Ws}{Wa + Wsss - Wp}$$

- Peso específico saturado superficialmente seco (Pesss)

$$Pesss = \frac{500}{Wsss + Wa - Wp}$$

- Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{Ws}{(Wa + Wsss - Wp) - (500 - Ws)}$$

- Donde
 - Wsss: peso de la muestra saturado superficialmente seco
 - Ws: peso de la muestra seca
 - Wa: peso de la fiora + agua
 - Wp: peso de la fiora + agua + arena

– **Resultados**

Tabla 48. Resultado del contenido de humedad de la arena en la segunda prueba

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso saturado superficialmente seco (W _{ss})	g	500.2	500	500.1
Peso de fiora + arena (W _{fa})	g	667.1	667.1	634.2
Peso de fiora + agua + arena (W _p)	g	975.1	971.6	948.1
Peso de muestra seca (W _s)	g	491.1	491.1	491.1
Peso de fiora + agua (W _a)	g	665.51	667.1	634.2
Peso específico masa (P _m)	g/cm ³	2.58	2.51	2.64
Factor de corrección por temperatura		1	1	1
Peso específico masa corregido (P _m)	g/cm ³	2.58	2.512	2.637
P. E. saturado superficialmente seco (P _{ess})	g/cm ³	2.62	2.56	2.685
Peso específico aparente (P _a)	g/cm ³	2.70	2.632	2.770
Peso específico promedio		2.62	g/cm³	

Tabla 49. Contenido de Humedad de arena shotcrete resultados

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso saturado superficialmente seco (W _{ss})	g	500.15	500.2	500.1
Peso de fiora + arena (W _{fa})	g	661	656	634.2
Peso de fiora + agua + arena (W _p)	g	975.1	971.6	948.1
Peso de muestra seca (W _s)	g	491	491.1	491.1
Peso de fiora + agua (W _a)	g	661	656	634.2
Peso específico masa (P _m)	g/cm ³	2.64	2.660	2.637
Factor de corrección por temperatura		1	1	1.000
Peso específico masa corregido (P _m)	g/cm ³	2.64	2.660	2.637
P. E. saturado superficialmente seco (P _{ess})	g/cm ³	2.69	2.71	2.69
Peso específico aparente (P _a)	g/cm ³	2.77	2.80	2.77
Peso específico promedio		2.69	g/cm³	

F. Absorción

– **Normas**

- ASTM C128
- NTP 400.022

– **Marco Teórico**

La capacidad de absorción de los agregados se refiere al incremento en su volumen como resultado de la penetración de agua en sus poros, excluyendo el

agua que se encuentra adherida a la superficie externa de las partículas. Este valor se expresa como un porcentaje de la masa seca de los agregados.

La capacidad de un árido para llenar sus poros internos con agua sin aplicar presión se establece como la medida de agua necesaria para que el árido pase de un estado seco a un estado seco saturado en la superficie. Este proceso ocurre debido a la acción capilar y no siempre llena completamente los poros indicados, ya que suele quedar aire atrapado (7).

La capacidad de absorción de los áridos se establece mediante el incremento de peso de las muestras que han sido secadas en un horno y posteriormente sumergidas en agua durante 24 horas y secadas superficialmente. Se asume que esta condición representa la situación en la que se encuentra el árido en la combinación de concreto.

– **Equipos**

- Horno
- Balanza
- Bandeja metálica

– **Procedimiento**

- Para llevar a cabo las pruebas de absorción, es necesario tomar una muestra representativa del árido que se utilizará previamente muestreado y descuartizado.
- Se requiere una muestra de alrededor de 500 gramos de árido fino, la cual debe encontrarse en un estado de sequedad antes de proceder a las pruebas.
- A continuación, se sumerge la muestra en agua durante un lapso de 24 horas, posteriormente se retira del agua, se coloca sobre una bandeja y se permite que se seque al aire hasta alcanzar un estado de completa saturación y sequedad en la superficie.

- Para garantizar la saturación de la muestra y su secado superficial, se utiliza un molde troncocónico en el que se rellena una sola capa de muestra y se comprime con la ayuda de un pistón. Después de la compresión se debe nivelar. A continuación, se sumerge la muestra en agua durante un lapso de 24 horas, posteriormente se retira del agua, se coloca sobre una bandeja y se permite que se seque al aire hasta alcanzar un estado de completa saturación y sequedad en la superficie repetir el proceso en intervalos regulares hasta que la muestra adquiera la forma de un cono y termine en un punto sin colapsar, lo que indica que la superficie ha alcanzado un estado de saturación y secado.
- Inmediatamente después, se pesan 500 g y se introducen en la estufa para determinar el peso seco.

– **Resultados**

Tabla 50. Resultados del contenido de humedad de la arena en la segunda medición

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso saturado superficialmente seco (W _{sss})	g	500.1	500	500.2
Peso de muestra seca (W _s)	g	491.1	491.1	491.1
Absorción	%	1.83	1.81	1.85
Absorción promedio		1.83	%	

Tabla 51. Resultados del contenido de humedad de la arena en la prueba de shotcrete

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso saturado superficialmente seco (W _{sss})	g	500.1	500.2	500.15
Peso de muestra seca (W _s)	g	491.1	491.1	491.1
Absorción	%	1.83	1.85	1.84
Absorción promedio		1.84	%	

G. Peso unitario suelto

– **Normas**

- ASTM C29
- NTP 400.017

– **Marco Teórico**

La densidad volumétrica se refiere a la cantidad de sustancia que puede ocupar un determinado volumen, ya sea en estado suelto o compactado. La norma NTP 400.017 se emplea para llevar a cabo esta medida. El peso específico puede ser influenciado por la distribución de tamaños, la geometría y textura superficial de los materiales, la presión aplicada y la densidad relativa (7).

– **Equipos**

- Balanza
- Cucharon
- Bandejas
- Molde metálico

– **Procedimiento**

- Tomar una muestra representativa del material y dividirla en cuatro partes iguales mediante el corte cuádruple.
- Deje que el material se seque.
- Es necesario completar el recipiente hasta que el material se encuentre por encima del borde, utilizando una cuchara para depositar los agregados. Se sugiere evitar soltar el material desde una altura mayor a 50 mm (2 pulgadas) por encima del borde del recipiente.
- El exceso de áridos debe eliminarse cuidadosamente con una regla para evitar la compactación.
- Se debe medir, pesar y registrar tanto el peso como el volumen del recipiente y su contenido.



Figura 24. Determinación del peso volumétrico

- Fórmulas
- Peso de la muestra (P_m)

$$P_m = P(m + mld) - Pmld$$

- Peso unitario suelto (PUS)

$$PUS = \frac{Pm}{Vmld}$$

- Donde
 - P (m + mld): peso de la muestra + peso del molde
 - Pmld: peso del molde
 - Vmld: volumen del molde

– **Resultados**

Tabla 52. Contenido de humedad de arena segunda resultados

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso de muestra + peso de molde (Pm + mld)	g	20738.00	20147.00	20235
Peso de molde (Pmld)	g	6727.00	6727.00	6727.00
Peso de la muestra (Pm)	g	14011.00	13420.00	13508.00
Volumen del molde (Vmld)	cm ³	8421.19	8421.19	8421.19
Peso unitario suelto (PUS)	g/cm ³	1.664	1.594	1.604
Peso unitario suelto		1.620 g/cm³		

Tabla 53. Contenido de humedad de arena shotcrete resultados

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-3	M-3
Peso de muestra + peso de molde (Pm + mld)	g	19953.00	20001.00	19732
Peso de molde (Pmld)	g	6727.00	6727.00	6727.00
Peso de la muestra (Pm)	g	13226.00	13274.00	13005.00
Volumen del molde (Vmld)	cm ³	8421.19	8421.19	8421.19
Peso unitario suelto (PUS)	g/cm ³	1.571	1.576	1.544
Resultados peso unitario suelto		1.564 g/cm³		

H. Peso unitario varillado

– **Normas**

- ASTM C29
- NTP 400.017

– **Marco Teórico**

La técnica de compactación se utiliza en situaciones en las que el diámetro máximo de los componentes no excede los 50 mm. Se emplean muestras que han sido secadas al aire previamente para realizar el proceso.

– **Equipos**

- Balanza
- Molde metálico
- Bandejas
- Cucharón
- Varilla metálica lisa con punta semiesférica

– **Procedimiento**

- Realizar la toma de muestra del material y la división en cuatro partes iguales.
- Seca el material
- Complete el recipiente de pesaje hasta alcanzar 1/3 de su capacidad y nivele la superficie. Utilice una barra de compactación, golpee la capa de áridos 25 veces con un movimiento espiral uniforme. Rellenar hasta dos tercios de la medida y repetir la compactación. Por último, llene el recipiente metálico hasta rebosar de áridos y aplique otros 25 golpes con la barra, luego nivele la superficie con una regla metálica.
- Durante la compactación de la primera capa, se debe evitar golpear el fondo con fuerza utilizando la varilla, mientras que, en las dos últimas capas, la varilla debe penetrar en la última capa de agregado colocada para lograr una adecuada compactación.
- Suma el peso y el contenido del recipiente de medición, y toma medidas y registra tanto el peso como el volumen del recipiente.



Figura 25. Compactado del agregado fino

- Fórmulas
- Peso de la muestra (Pm)

$$Pm = P(m + mld) - Pmld$$

- Peso unitario varillado o compactado (PUC)

$$PUC = \frac{Pm}{Vmld}$$

- Donde
 - P (m + mld): peso de la muestra + peso del molde
 - Pmld: peso del molde
 - Vmld: volumen del molde

– **Resultados**

Tabla 54. Resultados de la determinación del contenido de humedad de la arena en la segunda prueba

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3
Peso de muestra + peso de molde (Pm + mld)	g	22334.00	22547.00	22641
Peso de molde (Pmld)	g	6727.00	6727.00	6727.00
Peso de la muestra (Pm)	g	15607.00	15820.00	15914.00
Volumen del molde (Vmld)	cm ³	8421.19	8421.19	8421.19
Peso unitario suelto (PUS)	g/cm ³	1.853	1.879	1.890
Peso unitario compactado		1.874 g/cm³		

Tabla 55. Contenido de humedad de arena shotcrete resultados

Cantera Sergensaf				
Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3
Peso de muestra + peso de molde (Pm + mld)	g	21622.00	20975.00	21855
Peso de molde (Pmld)	g	6727.00	6727.00	6727.00
Peso de la muestra (Pm)	g	14895.00	14248.00	15128.00
Volumen del molde (Vmld)	cm ³	8421.19	8421.19	8421.19
Peso unitario suelto (PUS)	g/cm ³	1.769	1.692	1.796
Resultados peso unitario compactado		1.752	g/cm³	

4.1.3.4. Diseño de Mezclas del Concreto

A. Diseño de mezclas

El propósito de la dosificación de las mezclas es encontrar una combinación rentable y factible de las proporciones de los elementos del concreto que satisfagan las exigencias del diseño de un sistema de construcción. Hay

diversos métodos para diseñar mezclas, algunos de los cuales son muy complejos debido a las múltiples variables que influyen en sus resultados, y no se pueden comparar directamente. Aunque se desconoce cuál método proporciona los mejores resultados, en algunos casos es posible elegir uno de ellos para crear una mezcla de concreto adecuada.

Los procedimientos más usuales son los que el Comité ACI 211 sugiere, sin embargo, es importante tener en cuenta que cualquier técnica de dosificación únicamente entrega una primera estimación de las proporciones. Es necesario validar y adecuar estas proporciones mediante la realización de ensayos de mezclas tanto en laboratorios como en el campo.

B. Consideraciones de Diseño

- La excelencia y la habilidad de resistencia del hormigón están principalmente ligadas a la proporción de líquido y cemento en la combinación, así como a la configuración y dimensión de los componentes adicionales. No obstante, aparte de cumplir con las exigencias de manejabilidad del hormigón, la proporción de líquido-cemento y la distribución de los agregados grandes y pequeños también influyen en la calidad y fortaleza del hormigón.
- Después de determinar los requisitos de resistencia y trabajabilidad deseados, los valores de la relación agua-cemento (concentración) y la cantidad estimada de agua necesaria para alcanzar la trabajabilidad deseada se pueden obtener consultando la tabla que presenta las diferentes opciones y tamaños de los agregados.
- Seguidamente, se realiza el cálculo del cemento y los agregados (la proporción de arena se obtiene de la tabla en base a su fineza y al tamaño máximo de los agregados).
- A continuación, se calcula la cantidad de material necesario para la mezcla en absoluto o en volumen de sólidos.
- Las proporciones de la mezcla de concreto deben ser elegidas considerando los

requerimientos específicos de la estructura en cuestión, teniendo en consideración la plasticidad, la resistencia y la capacidad de resistir el paso del tiempo.

- La facilidad de manipulación, que engloba aspectos como el acabado deseado, engloba las cualidades ampliamente descritas de manejabilidad y cohesión.
- La manejabilidad puede ser considerada como una característica del hormigón que define su habilidad para ser ubicado, compactado y finalizado sin sufrir separación perjudicial, abarcando los conceptos de maleabilidad, unión y compresibilidad del hormigón.
- La facilidad de manejo de la mezcla está condicionada debido a la disposición de los distintos tamaños de los materiales, la configuración y la relación entre los agregados, la cantidad de cemento utilizada, la inclusión o exclusión de aire, la presencia de aditivos y la textura superficial del concreto.
- El proceso de elaboración de este documento considera estos aspectos.

C. Información requerida de los materiales

- El proceso de diseño de esta guía considera estos elementos.
- El tamaño de las partículas del agregado tiene un impacto en la distribución del tamaño del agregado grueso en el concreto y está relacionado con la superficie de contacto con la mezcla de cemento en estado fresco.
- La finura del agregado se refiere al porcentaje de material retenido en el tamiz número 100, dividido por 100, y se determina en función del tipo de concreto que contenga árido grueso (como el ciclópeo), árido medio (normal) o árido fino (ligero), además de las características superficiales y su función final como concreto de construcción.
- Volumen aparente del agregado: el volumen aparente representa el porcentaje de agua contenida en los poros de las partículas del agregado en comparación

con el volumen total del agregado, considerando también el contenido habitual de agua presente en él.

- Las características principales implican la maximización de los intervalos de mezclado, endurecimiento y tratamiento de la mezcla, y en el proceso constructivo, la maximización de la fuerza ejercida sobre las áreas de contacto entre los elementos de concreto y el encofrado.
- La habilidad de retención de agua de los materiales agregados es un elemento fundamental que afecta la capacidad de conexión mecánica entre la superficie de los agregados y la mezcla de cemento, y, por lo tanto, incide en las características físicas del concreto terminado, tales como su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y rigidez.
- Peso específico de los agregados: la masa de los materiales agregados con relación a su volumen, donde la densidad compactada está relacionada con la capacidad de soporte de los agregados, mientras que la densidad aparente en estado seco se refiere a la facilidad de manejo de la mezcla de concreto fresco y las propiedades de consistencia.
- Nivel de humedad de los agregados: factor de modulación para la proporción agua / cemento en las mezclas en su estado fresco, con el objetivo de prevenir una fluidez excesiva y una composición complicada de manipular.
- Tipo de cemento y densidad: la elección del tipo de cemento según las condiciones específicas de uso del elemento estructural a construir y la densidad del cemento para asegurar de manera precisa el consumo por metro cúbico a construir o kilogramo a verter.

4.1.3.5. Método de diseño ACI 211

El método ACI, empleado para la formulación de mezclas de concreto, es un enfoque que se enfoca en la cuantificación de los componentes (como cemento, agua, agregado grueso y agregado fino) tanto en términos de masa como de volumen. Este método está diseñado para obtener una mezcla de concreto que sea

apropiada tanto en su estado fresco como en su estado endurecido.

La directriz que supervisa los diseños de mezclas de concreto es la norma ACI 211, la cual se fundamenta en la norma ASTM C33. La norma ASTM C33 establece las indicaciones concernientes a la gradación de las partículas de los agregados empleados en el concreto.

Antes de formular la mezcla, es necesario contar con información previa sobre el tipo de proyecto de construcción a realizar y los materiales específicos que serán empleados en dicho proyecto.

Se realizaron procedimientos de diseño de combinaciones con el fin de lograr las siguientes capacidades de resistencia:

- $F_c = 100 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'_c = 140 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'_c = 175 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'_c = 350 \text{ kgf/cm}^2$

D. Elección del asentamiento

Los valores de compactación recomendados se encuentran especificados en la tabla 56 y son aplicables cuando se emplea el método de compactación por vibración (para otros métodos, se deben sumar 2.5 cm a los valores de la tabla 56).

Tabla 56. Recomendaciones de niveles de asentamiento apropiados para diferentes categorías de construcción

Asentamiento (cm)	Consistencia (tipo de concreto)	Grado de trabajabilidad	Tipo de estructura y condiciones de colocación
0 - 2,0	Muy seca	Muy pequeño	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibraciones de formaletas
2,0 - 3,5	Seca	Pequeño	Pavimentos cibrados con máquina mecánica
3,5 - 5,0	Semiseca	Pequeño	Construcciones en masas voluminosas. Losas medianamente reforzadas con vibración. Fundaciones en concreto simple. Pavimentos con vibradores normales
5,0 - 10,0	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactadas a mano. Columnas, vigas, fundaciones y muros, con vibración
10,0 - 15,0	Húmeda	Alto	Secciones con mucho refuerzo. Trabajos donde la colocación sea difícil. Revestimiento de yineles. No recomendable para compactarlo con demasiada vibración.

E. Elección del tamaño máximo nominal (TMN)

El propósito consiste en elegir una disposición de dimensiones de partículas adecuada, obteniendo una masa más compacta y con una menor cantidad de vacíos. La tabla 57 exhibe los valores sugeridos del tamaño máximo teórico (TMT) para diferentes categorías de construcción.

Tabla 57. Valores aconsejados de TMN en función de la clase de edificación

Máximo tamaño normal de agregados	Tamaño máximo nominal en mm (pulgadas)			
	Muros reforzados vigas y columnas	Muros sin refuerzo	Losas muy reforzadas	Losas sin refuerzo o poco reforzadas
6 - 15	12(1/2") - 19(3/4")	19(3/4")	19(3/4") - 25(1")	19(3/4") - 38(1 1/2")
19 - 29	19(3/4") - 38(1 1/2")	38(1 1/2")	38(1 1/2") - 76(3")	
30 - 74	38(1 1/2") - 76(3")	76(3")	38(1 1/2") - 76(3")	76(3")
75 o más	38(1 1/2") - 76(3")	152(6")	38(1 1/2") - 76(3")	76(3") - 152(6")

F. Estimación del contenido de aire

La existencia de aire en la combinación mejora su capacidad de manipulación y cohesión. La tabla 58 muestra los valores sugeridos para estimar el contenido de aire en la mezcla, basándose en las pautas establecidas en la norma ACI 318 S-08.

Tabla 58. Valores aconsejados para el contenido de aire en el hormigón en distintos niveles de exposición

Agregado grueso		Porcentaje promedio aproximado de aire atrapado	Porcentaje promedio total de aire recomendado para los siguientes grados de exposición		
Pulgadas	mm		Suave	Medio	Severo
3/8"	9.51	3.00	4.50	6.00	7.50
1/2"	12.5	2.50	4.00	5.50	7.00
3/4"	19.1	2.00	3.50	5.00	6.00
1"	25.4	1.50	3.00	4.50	6.00
1 1/2"	38.1	1.00	2.50	4.50	5.50
2"	50.8	0.50	2.00	4.00	5.00
3"	76.1	0.30	1.50	3.50	4.50
6"	152.4	0.20	1.00	3.00	4.00

G. Determinación de la cantidad de agua

El requerimiento de agua en las combinaciones se debe a factores relacionados con la facilidad de manipulación, la adherencia y la hidratación. La figura 26 y la tabla 59 exhiben la cantidad de agua requerida en la mezcla, la cual se determina según el asentamiento y el tamaño máximo teórico (TMN).

Tabla 59. Estimaciones aproximadas de la cantidad de agua necesaria para la mezcla

Condición del contenido de aire	Agua en kg/m ³ de concreto para TMN del agregado indicados								
	10	13	20	25	40	50	70	150	
Asentamiento cm	--	--	--	--	--	--**	--**	--**	
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125	
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140	
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	--	
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire inducido, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120	
8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135	
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	--	
Promedio recomendable de contenido total de aire por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3	

* Estas cantidades de agua de mezclado deben utilizarse en los cálculos de los factores de cemento para mezclas de prueba. Son las máximas para agregado grueso angulares razonablemente bien formados graduados dentro de los límites de las especificaciones aceptadas.

** Los valores de asentamiento para un concreto que convenga un arreglo mayor de 40 mm están basados en prueba de asentamiento efectuado después de remover las partículas mayores de 40 mm por medio de cibrado húmedo

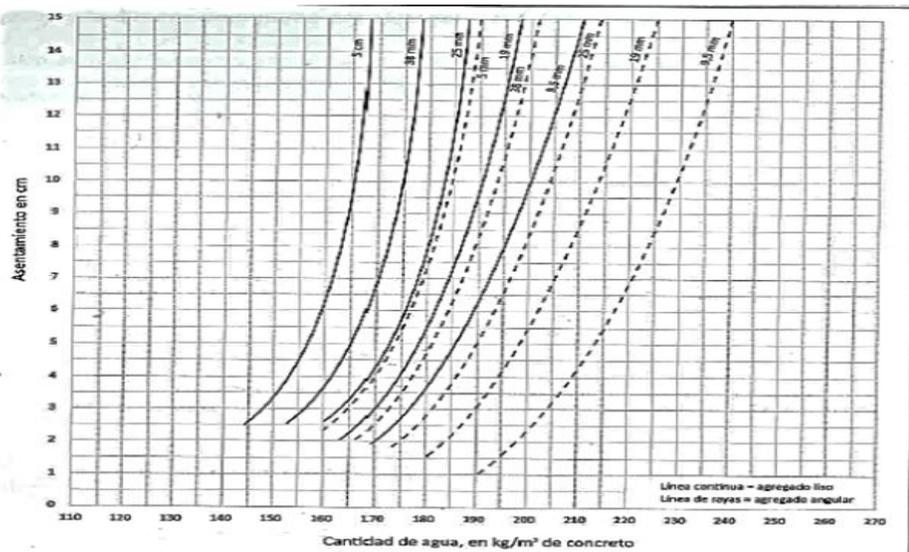


Figura 26. Gráficas de las necesidades de agua para la mezcla

H. Estimación de la Relación Agua Cemento (A/C)

Este aspecto es de gran importancia en la formulación de mezclas de concreto, ya que permite establecer los requisitos en cuanto a resistencia, durabilidad, permeabilidad y acabado. Para calcular esta relación, se utilizan la tabla 60 y la figura 27, donde los valores del gráfico se obtienen de la tabla correspondiente.

Tabla 60. Correlación entre la fuerza de compresión y ciertos valores de la proporción agua-cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días		Concreto sin inductor de aire (relación absoluta por peso)	Concreto con inductor de aire (relación absoluta por peso)
kg/cm ²	PSI		
175	2500.00	0.65	0.56
210	3000.00	0.58	0.50
245	3500.00	0.52	0.46
280	4000.00	0.47	0.42
315	4500.00	0.43	0.38
350	5000.00	0.4	0.35

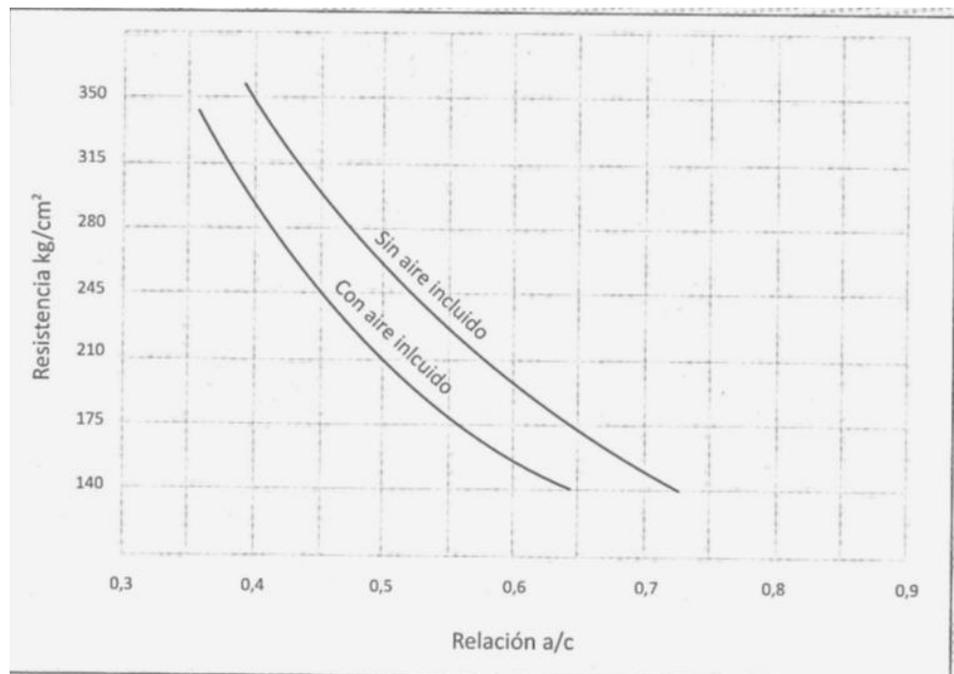


Figura 27. Gráficas de la fuerza de compresión y la proporción agua-cemento

I. Cálculo del Contenido de Cemento

En el cálculo del contenido de cemento se utiliza la fórmula, la cual establece la correspondencia entre el agua y la proporción agua/cemento (a/c), cuyos valores ya han sido establecidos en fases anteriores.

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

J. Verificación granulométrica

Esta etapa se utiliza de manera extensa para comprobar los niveles de resistencia en la combinación de hormigón. Para lograrlo, se deben seguir las pautas establecidas por la norma ASTM C33, las cuales se encuentran detalladas en las tablas 61 y 62.

Tabla 61. Indicaciones de gradación recomendadas para el agregado grueso, de acuerdo con las directrices de la norma ASTM C33

Agregado	Tamaño normal (mm)	Material que pasa cada uno de los siguientes tamices (porcentaje)												
		101.60	90.50	76.10	64.00	50.80	38.10	25.40	19.00	12.70	9.51	4.76	2.38	1.19
		mm 4"	mm 3 1/2"	mm 3"	mm 2 1/2"	mm 2"	mm 1 1/2"	mm 1"	mm 3/4"	mm 1/2"	mm 3/8"	mm #4	mm #8	mm #16
0	90.50 a 38.10	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15			0 a 5				
1	64.00 a 38.10			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15			0 a 5				
2	50.80 a 4.76				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
3	38.10 a 4.76					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5	
4	25.40 a 4.76						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
5	19.00 a 4.76							100	95 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
6	12.70 a 4.76								100	95 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
7	9.51 a 2.38									100	85 a 100	100 a 30	0 a 10	0 a 5
8	50.80 a 25.40				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15			0 a 5			
9	38.10 a 19.00					100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5				

Tabla 62. Pautas de gradación sugeridas para el agregado fino, según las especificaciones de la norma ASTM C33

Tamiz	% pasa			
	mm	Pulgadas	Límite inferior	Límite superior
9,51	3/8		100	100
4,76	# 4		95	100
2,38	# 8		80	100
1,19	# 16		50	85
0,595	# 30		25	60
0,297	# 50		10	30
0,149	# 100		2	10

K. Método ACI

El enfoque ACI se utiliza cuando los agregados cumplen con las indicaciones de gradación recomendadas en la norma ASTM C33. Este método se fundamenta en determinar el volumen de agregado grueso por metro cúbico de hormigón, utilizando la tabla 63, la cual proporciona el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

Posteriormente, se estima el volumen de las partículas del agregado grueso por metro cúbico de dicho agregado grueso, el cual se obtiene al dividir la densidad compacta (DC) entre la densidad aparente de la grava (dg):

$$b = \frac{MUC}{dg}$$

Utilizando la información del volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto y el volumen de partículas de agregado grueso por metro cúbico, es posible determinar el volumen total de agregado grueso en la mezcla por metro cúbico. Este cálculo se lleva a cabo multiplicando los valores obtenidos de la tabla 63 por la ecuación correspondiente al volumen de partículas de los agregados gruesos:

$$B = \left(\frac{b}{b_0} \right) * b_0$$

Tabla 63. Proporción de volumen de agregado grueso respecto al volumen total de concreto (b/bo)

Máximo tamaño nominal de agregados		Volumen de agregado grueso secado en el horno por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino			
		Módulo de finura			
Pulgadas	mm	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.51	0.50	0.48	0.48	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.57	0.53
3/4"	19.1	0.66	0.64	0.64	0.60
1"	25.4	0.71	0.69	0.69	0.65
1 1/2"	38.1	0.75	0.73	0.73	0.69
2"	50.8	0.78	0.76	0.76	0.72
3"	76.1	0.82	0.80	0.80	0.76
46'	152.4	0.87	0.85	0.85	0.81

Una vez que se han obtenido los volúmenes de grava, cemento, agua y aire, es necesario calcular el volumen del agregado fino (arena). Esto se logra restando el volumen total de los ingredientes conocidos (grava, cemento, agua y aire) al volumen requerido de arena. Estos cálculos se encuentran explicados en detalle en la tabla 64.

Tabla 64. Relaciones de los materiales de la combinación en términos de peso y volumen para 1,00 m³ de hormigón

Material	Peso w (kg/m ³)	Densidad aparente (kg/m ³)	Volumen v (A ³ /M ³)
Agua	K/w	1000.00	Vw
Aire	0.00	p	Va
Cemento	W/c	dc	Vc
Agregado grueso	W/g	dg	Vg
Agregado fino	Wf	df	Vf
Total	Wt		1.00 m ³

L. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 100 \text{ kgf/cm}^2$



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO
 $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$

Proyecto: DISEÑOS
 Ubicación: SIMON BOLIVAR

Diseño: Fc = 100 Kg/cm²

Relación a/c: 0.69

Relación AF : AG: 55 - 45

Fecha: 19/05/2020

Técnico: J. Cardenas

Volumen de Prueba (m³): 1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	4.20	Vol Agregados :	0.75	Cementante total :	234	kg	6.5	bolsas
M.F. Piedra # 5	2.81	Arena :	55	Puzolana :	0	%		
M.F. Piedra # 67	3.57	Piedra #67 :	45			%		
M.F. Global		Piedra #67 :	0			%		

Dosificación

Fluidcon set 50	= 0.50	%	= 4.40	cc				
Sikaer	= 0.044	%	= 0.44	cc				

Propor. en Peso Humedo

Cemento I	1							
Arena	4.7							
Piedra	3.6							

Dosif. x Bols. Cem.

42.5	kg	1	bols.	6
202	kg	4.2		23.3
152	kg	3.8		21.1
19	L			
187	cc			
19	cc			

Propor. Vol. Hum. (p3)

1	bis.	6
4.2		23.3
3.8		21.1

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento I	Andino	3150	-	-	234	0.0742	234	234	234	kg
Agua	Rancas	1000	-	-	160	0.1600	188	105	105	L
Arena	Sacrafamilia	2698	6.71	1.83	1112	0.4123	1112	1109	1109	kg
Piedra # 67	Sacrafamilia	2646	0.90	0.83	893	0.3373	893	838	838	kg
Soquimic	Fluidcon set 50	1140			1.17	0.0010	1.172	1.172	1029	cc
Sikaer	Sika									cc
Aire										cc
TOTAL					1.0000		2428	2287		gr

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara :		kg	ACELERANTE	0	cc
Volumen :		m ³	P. U. SUBLTO DE LA ARENA	(kg/m ³)	1681
Tara + concreto :		kg	P. U. SUBLTO DE LA PIEDRA	(kg/m ³)	1399

MODIFICACIONES

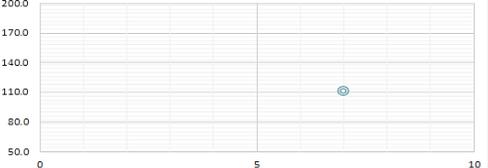
a / c inicial :	0.69	mt
Reducción		
Añición (Reducción) de agua 1	50.0	mt
Añición (Reducción) de agua 2		mt

TEMP. (°C)	Slump	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real
Amb.	(pu)	AIRE (%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)
	0"- 8"	5 ± 1.5	2287	

Tiempo de fragua (min)		MUESTREO
Inicia	Final	Probetas : 08
		Vigas:

RESISTENCIA A LA COMPRESION		
Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	
3	0	0
7	20145	111
14	0	0
28	0	0

Segregación?	NO
Efervescencia?	NO
Exudación excesiva?	NO
Apariencia	Pastosa
Se muestrearon	08 testigos
Otros :	



OBSERVACIONES

TECNICO RESPONSABLE ING. ECOSERM RANCAS

Figura 28. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 100 \text{ kgf/cm}^2$

M. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 140 \text{ kgf/cm}^2$



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO
 $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

Proyecto: DISEÑOS
 Ubicación: SIMON BOLIVAR

Diseño: $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ Fecha: 19/06/2020
 Relación a/c: 0.63 Técnico: J. Cardenas
 Relación AF: AG 55 - 45 Volumen de Prueba (m3): 1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena: 4.20	Vol. Agregados: 0.74	Cementante total: 255 kg	6.0 bolsas
M.F. Piedra # 5: 2.81	Arena: 55 %	Fuzolana: 0 %	
M.F. Piedra # 67: 3.57	Piedra # 67: 45 %		
M.F. Global: 3.57	Piedra # 57: 0 %		

Dosificación

Fluidcon set 50 = 0.55 % = 4.80 cc	Propor. en Peso Humedo	Dos. if. x Bl. Cem.	Propor. Vol. Hum. (p3)
Sikaer = 0.044 % = 0.44 cc	Cemento I: 1	42.5 kg	1 bl.
	Arena: 4.3	133 kg	3.3 bl.
	Piedra: 3.3	138 kg	3.5 bl.
		18 L	20.9
		204 cc	
		19 cc	

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S. kg/nr	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	UNIDAD
Cemento I	Andino	3150			255	0.0810	255	255	255	kg
Agua	Rancas	1000	-	-	160	0.1600	188	106	106	L
Arena	Sacrafamilia	2698	6.71	1.83	1102	0.4085	1102	1099	1099	kg
Piedra # 67	Sacrafamilia	2646	0.90	0.83	884	0.3342	884	830	830	kg
Soquimic	Fluidcon set 50	1140			1.40	0.0012	1.395	1.395	1224	cc
Sikaer	Sika	1010			0.113	0.0001	0.113	0.113	112	cc
Aire					1.50%	0.0150				cc
TOTAL						1.0000	2430	2291		gr

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.:

Tara: _____ kg ACELERANTE: 10200 cc

Volumen: _____ m³ P.U. SULTO DE LA ARENA (kg/m³): 1031

Tara + concreto: _____ kg P.U. SULTO DE LA PIEDRA (kg/m³): 1399

MODIFICACIONES

a / C inicial: 0.63

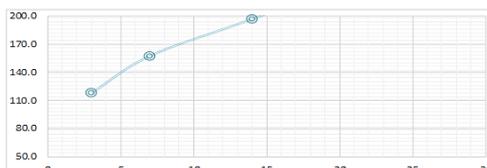
Reducción: _____ m

Adición (Reducción) de agua 1: 50.0 m

Adición (Reducción) de agua 2: _____ m

TEMP. (°C)	Slump	CONTENIDO DE AIRE (%)	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	Tempo de fragua (min)	MUESTREO
Amb. _____	Concr. _____	9" - 8" _____	5 ± 1.5	2291	Inicia _____	Final _____
					Probetas: 06	Vigas: _____

RESISTENCIA A LA COMPRESION		
Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	
3	30000	118
7	40000	157
14	50000	197
28	70000	275



OBSERVACIONES

Segregación? NO

Envejecencia? NO

Exudación excesiva? NO

Apariencia Pastosa

Se muestrearon 06 testigos

Otros: _____

TECNICO RESPONSABLE ING. ECOSERM RANCAS

Figura 29. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 140 \text{ kgf/cm}^2$

N. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$

ECOSERM		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO																																																																																																				
Empresa Compañía de Servicios Múltiples Rancas		$f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$																																																																																																				
Proyecto: "Mejoramiento y ampliación de pistas y veredas con concreto estampado construcción de cunetas y tratamiento paisajístico en las calles San Martín, Simón Bolívar, Carrión y los tirones Rigoberto Atención y Sucre de la comunidad campesina San Antonio de rancas del distrito de Simón Bolívar, provincia pasco, departamento de pasco"																																																																																																						
Ubicación: CERRO DE PASCO- SIMON BOLIVAR-RAN CAS.																																																																																																						
Diseño	$f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$	Fecha	05/05/2021																																																																																																			
Relación a/c	0.59	Técnico	J. Cardenas																																																																																																			
Relación AF : AG	80 - 20	Volumen de Prueba (m3)	1.0																																																																																																			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																																																																																						
M.F. Arena	3.16	Vol. Agregados : Arena	0.72																																																																																																			
M.F. Piedra # 5	6.80	Piedra # 67	20 %																																																																																																			
M.F. Global	3.89	Piedra # 47	0 %																																																																																																			
Cementante total : 293 kg		6.9 bolsas																																																																																																				
Puzolana : 0 %																																																																																																						
Propor. en Peso Humedo																																																																																																						
Fluidcon set 50	0.60 % = 5.30 cc	Cemento I	1																																																																																																			
Sikaer	0.000 % = 0.00 cc	Arena	5.4																																																																																																			
	0.00 % = 0.00 cc	Piedra	1.3																																																																																																			
	0.00 % = 0.00 kg/m3																																																																																																					
Devif. x Bl. C. em.		Propor. Vol. Hum. (p3)																																																																																																				
	42.5 kg	1	7																																																																																																			
	229 kg	5.0	34.5																																																																																																			
	54 kg	1.3	9.2																																																																																																			
	15 L																																																																																																					
	225 cc																																																																																																					
	0 cc																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MATERIALES</th> <th>PROCEDENCIA</th> <th>P. ESP kg/m³</th> <th>HUM %</th> <th>ABS. %</th> <th>PESO SECO kg/m³</th> <th>VOL.</th> <th>PESO S.S. kg/m³</th> <th>CORRECCION POR HUMEDAD</th> <th>TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento I</td> <td>Andino</td> <td>3150</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>293</td> <td>0.0931</td> <td>293</td> <td>293</td> <td>293</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>Rancas</td> <td>1000</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>170</td> <td>0.1700</td> <td>202</td> <td>106</td> <td>106</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Arena</td> <td>Sacrafamilia</td> <td>2698</td> <td>5.73</td> <td>1.83</td> <td>1555</td> <td>0.5763</td> <td>1524</td> <td>1582</td> <td>1582</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Piedra # 47</td> <td>Sacrafamilia</td> <td>2646</td> <td>1.77</td> <td>0.83</td> <td>381</td> <td>0.1441</td> <td>374</td> <td>373</td> <td>373</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Sequimic</td> <td>Fluidcon set 50</td> <td>1140</td> <td></td> <td></td> <td>1.77</td> <td>0.0016</td> <td>1.772</td> <td>1.772</td> <td>1554</td> <td>cc</td> </tr> <tr> <td>Sikaer</td> <td>Sika</td> <td>1010</td> <td></td> <td></td> <td>0.000</td> <td>0.0000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0</td> <td>cc</td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.50%</td> <td>0.0150</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>cc</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.0000</td> <td>2394</td> <td>2355</td> <td></td> <td>gr</td> </tr> </tbody> </table>				MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S. kg/m ³	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION	UNIDAD	Cemento I	Andino	3150	-	-	293	0.0931	293	293	293	kg	Agua	Rancas	1000	-	-	170	0.1700	202	106	106	L	Arena	Sacrafamilia	2698	5.73	1.83	1555	0.5763	1524	1582	1582	kg	Piedra # 47	Sacrafamilia	2646	1.77	0.83	381	0.1441	374	373	373	kg	Sequimic	Fluidcon set 50	1140			1.77	0.0016	1.772	1.772	1554	cc	Sikaer	Sika	1010			0.000	0.0000	0.000	0.000	0	cc	Aire					1.50%	0.0150				cc	TOTAL						1.0000	2394	2355		gr
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S. kg/m ³	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION	UNIDAD																																																																																												
Cemento I	Andino	3150	-	-	293	0.0931	293	293	293	kg																																																																																												
Agua	Rancas	1000	-	-	170	0.1700	202	106	106	L																																																																																												
Arena	Sacrafamilia	2698	5.73	1.83	1555	0.5763	1524	1582	1582	kg																																																																																												
Piedra # 47	Sacrafamilia	2646	1.77	0.83	381	0.1441	374	373	373	kg																																																																																												
Sequimic	Fluidcon set 50	1140			1.77	0.0016	1.772	1.772	1554	cc																																																																																												
Sikaer	Sika	1010			0.000	0.0000	0.000	0.000	0	cc																																																																																												
Aire					1.50%	0.0150				cc																																																																																												
TOTAL						1.0000	2394	2355		gr																																																																																												
ENSAYOS DE CONTROL																																																																																																						
Datos para P.U.		ACELERANTE		0 CC.																																																																																																		
Tara	kg	P. U. SUELTO DE LA ARENA	(kg/m ³)	1820																																																																																																		
Volumen	m ³	P. U. SUELTO DE LA PIEDRA	(kg/m ³)	1427																																																																																																		
Tara + concreto	kg																																																																																																					
MODIFICACIONES				A / C inicial : 0.59																																																																																																		
				Reducción : mf																																																																																																		
				Adición (Reducción) de agua 1 : 50.0																																																																																																		
				Adición (Reducción) de agua 2 : mf																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TEMP. (°C)</th> <th>Slump</th> <th>CONTENIDO DE</th> <th>P.U. Teórico</th> <th>P.U. Real</th> <th>RENDIMIENTO</th> <th colspan="2">Tiempo de fragua (min)</th> <th>MUESTREO</th> </tr> <tr> <th>A mb</th> <th>Concr.</th> <th>A FE (%)</th> <th>(kg/m³)</th> <th>(kg/m³)</th> <th>(kg/m³)</th> <th>Inicia</th> <th>Final</th> <th>Prebetas : 00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>6"- 7"</td> <td>5 a 1.5</td> <td>2394</td> <td>2355.2</td> <td>1.016</td> <td></td> <td></td> <td>Vigas:</td> </tr> </tbody> </table>						TEMP. (°C)	Slump	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO	Tiempo de fragua (min)		MUESTREO	A mb	Concr.	A FE (%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	Inicia	Final	Prebetas : 00		6"- 7"	5 a 1.5	2394	2355.2	1.016			Vigas:																																																																						
TEMP. (°C)	Slump	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO	Tiempo de fragua (min)		MUESTREO																																																																																														
A mb	Concr.	A FE (%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	Inicia	Final	Prebetas : 00																																																																																														
	6"- 7"	5 a 1.5	2394	2355.2	1.016			Vigas:																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RESISTENCIA A LA COMPRESION</th> </tr> <tr> <th>Edad (dias)</th> <th>f'c (kg/cm²)</th> <th>n</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>17000</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>24000</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>28000</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>34000</td> <td>107</td> </tr> </tbody> </table>			RESISTENCIA A LA COMPRESION			Edad (dias)	f'c (kg/cm ²)	n	3	17000	54	7	24000	78	14	28000	88	28	34000	107																																																																																		
RESISTENCIA A LA COMPRESION																																																																																																						
Edad (dias)	f'c (kg/cm ²)	n																																																																																																				
3	17000	54																																																																																																				
7	24000	78																																																																																																				
14	28000	88																																																																																																				
28	34000	107																																																																																																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Segregación?</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Efervescencia?</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Echudación excesiva?</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Apariencia</td> <td>Pastosa</td> </tr> <tr> <td>Se muestrearon</td> <td>00 testigos</td> </tr> <tr> <td>Otros :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Segregación?	NO	Efervescencia?	NO	Echudación excesiva?	NO	Apariencia	Pastosa	Se muestrearon	00 testigos	Otros :		OBSERVACIONES : Arena segunda - piedra chancada de 3/4 																																																																																				
Segregación?	NO																																																																																																					
Efervescencia?	NO																																																																																																					
Echudación excesiva?	NO																																																																																																					
Apariencia	Pastosa																																																																																																					
Se muestrearon	00 testigos																																																																																																					
Otros :																																																																																																						
TECNICO RESPONSABLE			ING. ECOSERM RAN CAS																																																																																																			

Figura 30. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$

O. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$



ECOSERM
RANCA S

Empresa Compañía de Servicios Múltiples
Rancas

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Proyecto: "Mejoramiento y ampliación de pistas y veredas con concreto estampado construcción de cunetas y tratamiento paisajístico en las calles San Martín, Simón Bolívar, Carrión y los Irujes Rigoberto Alencio y Sucre de la comunidad campesina San Antonio de Rancas del distrito de Simón Bolívar provincia Pasco departamento de Pasco"

Ubicación: CERRO DE PASCO-SIMON BOLIVAR-RANCA S

Diseño: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Relación a/c: 0.51

Relación AF : AG: 78 - 22

Fecha: 05/05/2021

Técnico: J. Cardenas

Volumen de Prueba (m³): 1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

MF. Arena: 3.16	Vol. Agregados: 0.71	Cementante total: 340 kg	8.0 bolsas
MF. Piedra # 6: 6.80	Arena: 78 %	Fuzelena: 0 %	
MF. Piedra # 67: 6.80	Piedra # 67: 22 %		
MF. Global: 3.96	Piedra # 57: 0 %		

Dosificación

Fluidcon set 50 = 0.80 %	= 5.30 cc	Propor. en Peso Humedo	Dosif. x Bls. Cem.	Propor. Vol. Hum. (p3)
Sikaer = 0.028 %	= 0.28 cc	Cemento I: 1	42.5 kg	1 bls. 8
	= 0.00 cc	Arena: 4.5	192 kg	4.2 33.5
	= 0.00 cc	Piedra: 1.2	51 kg	1.3 10.1
	= 0.00 cc		14 L	
	= 0.00 cc		225 cc	
	= 0.00 cc		12 cc	

MATERIALES	PROCEGENA	P. ESP kg.m ³	HUM %	ABS. %	PESO SECO kg.m ³	VOL.	PESO S.S. kg.m ³	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento I	Andino	3150			340	0.1079	340	340	340	kg
Agua		1000	-	-	170	0.1700	201	106	106	kg
Arena	Rancas Sacrafamilia	2698	5.73	1.83	1484	0.5500	1484	1539	1539	L
Piedra # 67	Sacrafamilia	2646	1.77	0.83	410	0.1551	410	410	410	kg
Soquimic	Fluidcon set 50	1140			2.05	0.0018	2.054	2.054	1802	cc
Sikaer	Sika	1010			0.096	0.0001	0.096	0.096	95	cc
Aire					1.50%	0.0150				cc
TOTAL						1.0000	2437	2399		gr

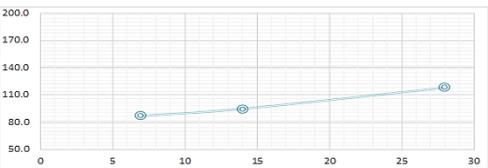
ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.:

Tara: kg	ACELERANTE: 0 CC	a / c inicial: 0.51
Volumen: m ³	P. U. SUB.TO.DELA.ARENA (kg/m ³): 1620	Reducción: 50.0
Tara + concreto: kg	P. U. SUB.TO.DELA.PIEDRA (kg/m ³): 1427	Adición (Reducción) de agua 1: 50.0
		Adición (Reducción) de agua 2: 0

TEMP. (°C)	Slump (pu)	CONTENIDO DE AIRE (%)	P.U. Técnico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (kg/m ³)	Tiempo de fragua (min)	MUESTREO
Amb. 4"	4"	5 ± 1.5	2437	2399.3	1.0158	Inicia Final	Pruebas: 06 Vigas:

RESISTENCIA A LA COMPRESION	
Edad (días)	f'c (kg/cm ²)
3	0
7	33000 87
14	38000 94
28	45000 118



OBSERVACIONES ARENA SEGUNDA - PIEDRA CHANCADA DE 34

Segregación?	NO
Efervescencia?	NO
Exudación excesiva?	NO
Apariencia	Pastosa
Se muestrearon	00 testigos
Otros:	

TECNICO RESPONSABLE

ING. ECOSERM RANCA S

Figura 31. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$

P. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$



ECOSERM RANCAS
Empresa Compañía de Servicios Múltiples
Rancas

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO
 $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Proyecto: "Mejoramiento y ampliación de pistas y veredas con concreto estampado construcción de cunetas y tratamiento paisajístico"
Ubicación: CERRO DE PASCO- SIMON BOLIVAR-RANCAS.

Diseño:

Relación a/c:

Relación AF:AG:

Fecha:

Técnico:

Volumen de Prueba (m3):

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.16	Vol. Agregados:	0.09	Cementante total:	410	kg	9.7	bolsas
M.F. Piedra # 5		Arena	55	Puzolana	0	%		
M.F. Piedra # 07	6.80	Piedra # 07	45					
M.F. Global	4.80	Piedra # 07	0					

Dosificación Fluidcon set 50 = 0.70 % = 6.10 cc = 100

Sikaer = 0.044 % = 0.44 cc = 0.00 cc = 0.00 kg/m3

Propor. en Peso Humedo		Dosif. x Bols. Cem.		Propor. Vol. Hum. (p3)		
Cemento I	1	42.5	kg	1	bols.	10
Arena	2.5	105	kg	2.3		22.1
Piedra	1.9	81	kg	2.0		19.3
		12	L			
		259	cc			
		19	cc			

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg m ³	VOL	PESO S.S. kg m ³	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento I	Andino	3150	-	-	410	0.1302	410	410	410	kg
Agua	Rancas	1000	-	-	160	0.1600	186	112	112	L
Arena	Sacrafamilia	2698	5.73	1.83	1027	0.3807	1027	1014	1014	kg
Piedra # 07	Sacrafamilia	2646	1.77	0.83	824	0.3115	824	781	781	kg
Soquimic	Fluidcon set 50	1140			2.85	0.0025	2.852	2.852	2502	kg
Sikaer	Sika	1010			0.182	0.0002	0.182	0.182	180	cc
Aire					1.50%	0.0150				cc
TOTAL						1.0000	2450	2320		gr

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.:

Tara: kg

Volumen: m³

Tara + concreto: kg

IMPERMEABILIZANTE	0	cc
P. U. SUELTO DE LA ARENA	1620	(kg/m ³)
P. U. SUELTO DE LA PIEDRA	1427	(kg/m ³)

TEMP. (°C)	Slump (pul)	CONTENIDO DE AIRE (%)	F.U. Técnico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)
Amb. Concr.	0"-8"	5 ± 0.5	2320	

MODIFICACIONES

a / c Inicial:

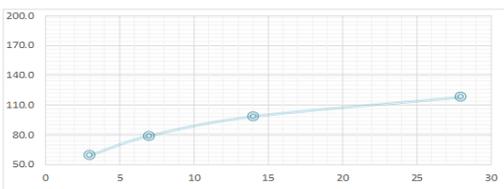
Reducción:

Adición (Reducción) de agua 1:

Adición (Reducción) de agua 2:

Tiempo de fragua (min)		MUESTREO
Inicia	Final	Pruebas: 06
		Vigas:

RESISTENCIA A LA COMPRESION		
Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	
3	30000	59
7	40000	79
14	50000	98
28	60000	118



OBSERVACIONES

Segregación? NO

Efervescencia? NO

Erudación excesiva? NO

Apariencia: Pastosa

Se muestrearon: 06 testigos

Otros:

TECNICO RESPONSABLE

ING. ECOSERM RANCAS

Figura 32. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

Q. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$



Empresa Compañía de Servicios Múltiples
Rancas

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

$f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$

Proyecto: "Mejoramiento y ampliación de pistas y veredas con concreto estampado construcción de cunetas y tratamiento paisajístico"
Ubicación: CERRO DE PASCO- SIMON BOLIVAR-RANCA S.

Diseño: $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$

Relación a/c: 0.36

Relación AF : AG: 55 - 45

Fecha: 05/05/2021

Técnico: J. Cardenas

Volumen de Prueba (m3): 1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena: 3.16	Vol. Agregados: 0.08	Cementante total: 459 kg	10.8 bolsas
M.F. Piedra # 5: 6.80	Arena: 55 %	Fuzolana: 0 %	
M.F. Piedra # 87: 4.80	Piedra # 87: 45 %		
M.F. Global: 4.80	Piedra # 87: 0 %		

Dosificación

Fluidcon set 50	= 0.70 %	= 6.10 cc	100
Sikaer	= 0.044 %	= 0.44 cc	
		= 0.00 cc	
		= 0.00 kg/m3	

Propor. en Peso Humedo

Cemento I	1
Arena	2.2
Piedra	1.7

Dosif. x Bols. Cem.

42.5	kg
92	kg
71	kg
10	L
259	cc
19	cc

Propor. Vol. Hum. (p3)

1	bols.	11
2.0		21.6
1.7		18.9

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S. kg/m ³	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	UNIDAD
Cemento I	Andino	3150	-	-	459	0.1457	459	459	459	kg
Agua	Rancas	1000	-	-	160	0.1600	185	113	113	L
Arena	Sacrafamilia	2698	5.73	1.83	1004	0.3720	1004	991	991	kg
Piedra # 47	Sacrafamilia	2646	1.77	0.83	805	0.3043	805	763	763	kg
Soquimic	Fluidcon set 50	1140			3.19	0.0028	3.192	3.192	2800	cc
Sikaer	Sika	1010			0.204	0.0002	0.204	0.204	202	cc
Aire					1.50%	0.0150				cc
TOTAL						1.0000	2456	2330		gr

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara: _____ kg

Volumen: _____ m³

Tara + concreto: _____ kg

MODIFICACIONES

a / C inicial: 0.36

Reducción:

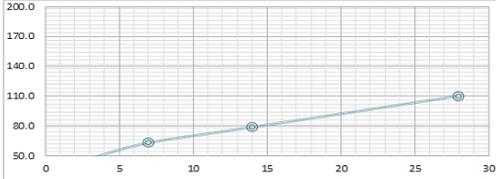
Adición (Reducción) de agua 1: 50.0

Adición (Reducción) de agua 2:

TEMP. (°C)	Slump (pul)	CONTENIDO DE AIRE (%)	P.U. Técnico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)
Amb. Concr.	6" - 8"	5 ± 0.5	2330	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Edad (días)	$f'c$ (kg/cm ²)
3	30000 47
7	40000 63
14	50000 79
28	70000 110



OBSERVACIONES

Segregación? NO

Efervescencia? NO

Exudación excesiva? NO

Aspecto: Pastosa

Se muestrearon: 06 testigos

Otros:

TECNICO RESPONSABLE _____ ING. ECOSERM RANCA S

Figura 33. Diseño de concreto ACI 211.4 $F'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$

4.1.3.6. Pruebas por realizar en el hormigón

A. Preparación de especímenes

a. Elaboración de concreto

– Norma

NTP 339.036

ASTM C172M

– **Marco Teórico**

Es importante que los cilindros de hormigón se fabriquen siguiendo los procedimientos adecuados para garantizar que cumplen las propiedades requeridas, de modo que la recogida de datos sea más fiable. Las condiciones ambientales para la producción de hormigón fueron lo más parecidas posibles a las de la obra.

– **Equipo**

- Mezcladora
- Pala, cucharón
- Baldes

– **Procedimiento**

- Previo a la preparación del concreto, es necesario establecer el nivel de humedad de los agregados para llevar a cabo una corrección de la humedad.
- Antes de comenzar a mezclar, todos los materiales que se van a empapar durante la preparación del hormigón deben ser humedecidos previamente.
- Antes de iniciar el funcionamiento de la mezcladora, se deben incorporar los agregados gruesos, una parte del agua de mezclado, seguidos de los agregados finos, el cemento y el resto de agua restante, y permitir que la mezcla se homogenice durante al menos 90 segundos mientras la mezcladora está en movimiento.
- Una vez finalizada la preparación de la mezcla, se procede a verter el hormigón en un molde de probeta o viga para la creación de muestras que se utilizarán en los ensayos de resistencia a la compresión y tracción por diámetro.

b. Preparación de cilindros de muestra de hormigón

– **Norma**

ASTM C-192

NTP 339.183

– **Marco Teórico**

Con el fin de obtener una muestra que sea representativa, es necesario seguir ciertos procedimientos al moldear las muestras de hormigón. La temperatura adecuada para el hormigón se encuentra en el rango de 10 °C a 32 °C, según lo establecido en RNE E060.

– **Equipo**

- Moldes cilíndricos, fabricados con cemento impermeable, no absorbente y no reactivo
- Barras redondas o rectas de los tamaños especificados en el cuadro 51, con al menos un extremo semiesférico del mismo diámetro que la barra.
- Martillos de goma
- Palas, placas de metal, aceite

– **Procedimiento**

- Coloque el molde sobre una superficie sin irregularidades, dura y nivelada.
- Los moldes deben estar libres de suciedad y la superficie interna del molde debe estar lubricada.
- Las herramientas utilizadas para manipular el hormigón deben estar humedecidas.
- Se introduce el concreto en el molde, la primera capa de concreto se llena aproximadamente hasta aproximadamente un 33 % de la capacidad del molde y se compacta mediante 25 golpes en forma helicoidal, seguidos de 12-15 golpes alrededor del molde utilizando un martillo de goma. Posteriormente, se repite el mismo proceso de llenado y compactación para la segunda y tercera capa.

Diámetro del Cilindro pulg (mm)	Dimensiones de la varilla	
	Diámetro pulg (mm)	Longitud pulg (mm)
< 6 (150)	3/8 (10)	12 (300)
6 (150)	5/8 (16)	20 (500)
9 (225)	5/8 (16)	26 (650)

Tipo y tamaño del espécimen	Método de consolidación	Número de capas de aproximadamente igual espesor
Cilindros:		
Diámetro, mm (pulg)		
75 a 100 (3 a 4)	apisonado	2
150 (6)	apisonado	3
225 (9)	apisonado	4
hasta 225 (9)	vibrado	2
Prismas y cilindros para Creep: horizontal		
Espesor, mm (pulg)		
hasta 200 (8)	apisonado	2
mas de 200 (8)	apisonado	3 o mas
hasta 200 (8)	vibrado	1
mas de 200 (8)	vibrado	2 o mas

CILINDROS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por capa
50 (2) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por capa
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 (26) a 310 (49)	10 (3/8)	1 por cada capa 7 cm ² (1 pulg ²) de área
320 (50) ó más	16 (3/8)	1 por cada capa 14 cm ² (2 pulg ²) de área
CILINDROS DE CREEP HORIZONTAL		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por capa
150 (6)	16 (5/8)	50 en total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

Figura 34. Preparación de cilindros de muestra de hormigón

- Después de transcurrido un período de tiempo, se asegura la muestra mediante el uso de una escuadra o una placa metálicas.

- Las muestras se colocarán en un entorno húmedo durante las primeras 24 horas para evitar la pérdida de humedad, tras lo cual podrán desmoldarse.
- Las muestras de concreto se sumergen en una cubeta de curado que contiene agua potable pura, asegurándose de que la muestra esté completamente sumergida (7).





Figura 35. Preparación de cilindros de muestra de concreto

B. Ensayos en estado fresco del concreto

a. Asentamiento

– Norma

- ASTM C 143
- NTP 339.035

– Marco Teórico

El propósito original del método de ensayo era brindar a los usuarios una técnica para controlar la consistencia del concreto fresco. En condiciones de laboratorio, donde todos los materiales del concreto están estrictamente controlados, se ha observado que el asentamiento del concreto aumenta en proporción al contenido de agua de una mezcla específica, lo cual está inversamente relacionado con la resistencia del concreto. Sin embargo, en el campo, esta relación entre el asentamiento y la resistencia no está claramente establecida ni es consistente. Por lo tanto, se debe tener precaución al relacionar los resultados de asentamiento obtenidos en campo con la resistencia del concreto.

Hay que tener en cuenta que el hormigón con un asentamiento inferior a 15 mm puede no deformarse plásticamente lo suficiente y el hormigón con un asentamiento superior a 230 mm puede no cohesionarse lo suficiente en este ensayo, sumado siempre al cuidado al interpretar los resultados (7).

– **Equipo**

- Moldes metálicos, cortados en forma cónica, abiertos en ambos extremos, con un diámetro de 10 centímetros en la porción superior y de 20 centímetros en la porción inferior; los moldes requieren soportes y asas (cono Abrams).
- Varilla compactadora de superficie plana y suave con un grosor de 1,6 centímetros y una longitud de 60 centímetros.
- Dispositivo de medición
- Cazo de metal

– **Procedimiento**

- El molde se sitúa en un soporte horizontal libre de impurezas y humedecido con agua (no humedecido con aceite o grasa).
- El operario apoya los peldaños del molde con los pies para que no se mueva mientras se realiza el vertido.
- Llene el molde con tres estratos de volumen similar y compacte cada estrato con 25 golpes uniformes utilizando la varilla compactadora. El primer estrato se llena hasta una altura de aproximadamente 7 cm, mientras que el estrato intermedio se llena hasta una altura de aproximadamente 16 cm. Al compactar el primer estrato, el primer golpe se realiza con la varilla de compactación ligeramente inclinada. Al compactar los estratos intermedio y superior, asegúrese de que la varilla de compactación penetre 2,5 cm en el estrato inferior. Durante el proceso de compactación del último estrato, el exceso de hormigón debe permanecer en el parte superior del molde de manera constante.
- Se nivelará la superficie utilizando barras de compactación y se eliminará el exceso de hormigón derramado alrededor del molde. Una vez finalizado el proceso de llenado, nivelado y limpieza, el molde se podrá levantar verticalmente en un lapso de 5 a 12 segundos sin alterar el hormigón. Para ello, se sostendrá el asa, se liberarán los escalones y se colocará el molde

cuidadosamente a mano.

- El proceso completo de llenado y elevación del molde no debe exceder los 3 minutos.

Para evaluar el grado de asentamiento de la mezcla, es necesario tomar la medida de la disparidad de alturas entre el hormigón colocado y el molde, a lo largo del eje central del molde, manteniendo la mezcla en su posición inicial (registrando la discrepancia en milímetros al utilizar la cinta métrica).



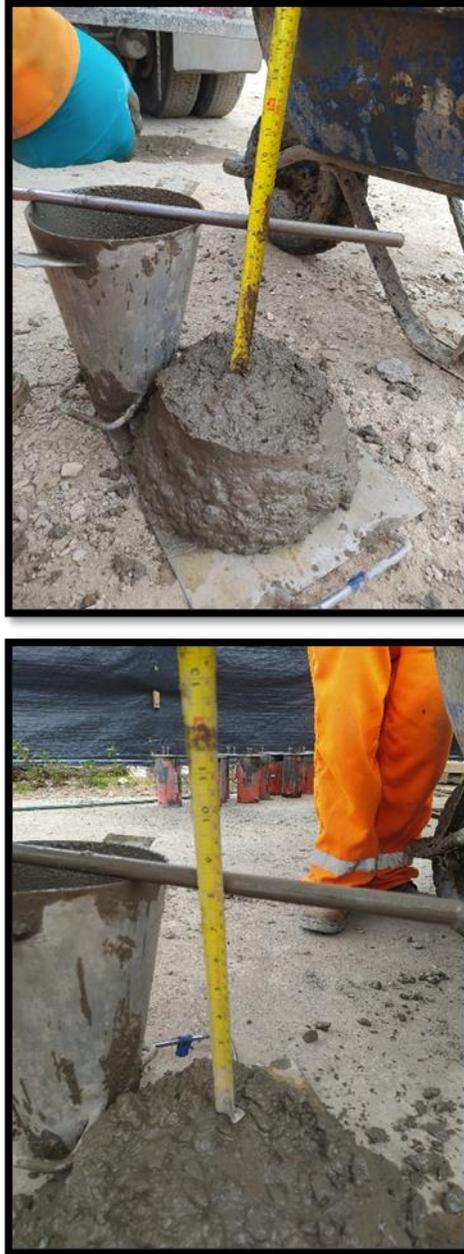


Figura 36. Preparación de pruebas en condición fresca del concreto

C. Peso unitario fresco

- **Norma**

- ASTM C-138
- NTP 339.035

- **Marco Teórico**

El ensayo de densidad aparente es un procedimiento esencial para verificar

la calidad del concreto en su estado reciente. El peso por unidad de volumen del hormigón varía según la densidad de los agregados y se estima en un promedio de 2200-2500 kg/m³. Esto coloca al hormigón entre los materiales de construcción más pesados, especialmente en términos de resistencia a las cargas aplicadas durante las operaciones de flexión.

Dentro del entorno del laboratorio, la relación entre la masa y el volumen de una muestra representativa de concreto se conoce como densidad unitaria y se expresa en kg/m³. Este examen se lleva a cabo con el propósito de corroborar la homogeneidad del concreto, evaluar el desempeño de la mezcla y clasificar el concreto en categorías de ligero, convencional o pesado.

El peso por unidad de volumen del concreto se determina considerando la densidad de los agregados, la presencia de aire en la mezcla, la proporción de los componentes y las propiedades de los agregados, los cuales afectan la cantidad de agua necesaria.

Para llevar a cabo esta prueba, se utiliza el mismo molde que se usó previamente para medir la densidad del agregado fino. En esta instancia, una vez que el molde se llena con concreto fresco, se registra su peso neto y se divide por el volumen del molde para obtener la densidad volumétrica del concreto en estado fresco:

Fórmula:

$$P.U.C. = (Pt - Pm) / Vm$$

Donde:

P.U.C: Peso unitario del concreto fresco [kg/cm³]

Pt: Peso total [kg]

Pm: Peso del molde [kg]

Vm: Volumen del molde [cm³]

a. Contenido de aire

- Norma

- ASTM C-231
- NTP 339.083

- Marco Teórico

En todas las formulaciones de concreto se encuentra una cantidad de aire atrapado entre los componentes (agua, cemento y agregados). La cantidad de aire presente varía según las proporciones físicas de los agregados, el método de compactación y las proporciones de los elementos utilizados en la mezcla. A menos que el concreto esté expuesto a cambios abruptos de temperatura, como el ciclo de congelación y descongelación, por lo general, el aire atrapado representa aproximadamente entre el 1 % y el 3 % del volumen total de la mezcla. Ocasionalmente, se utilizan aditivos con el fin de incrementar intencionalmente la cantidad de aire incorporado en la mezcla.

- Equipo

- Barra de compactación
- Martillos de goma
- Instrumentos (pala, balde, plancha metálica de albañilería, cinta métrica, recipiente de agua)
- Dispositivo para medir la presión del aire

- Procedimiento

- El hormigón se coloca en el encofrado en tres estratos. En el estrato superior, el hormigón debe exceder ligeramente el borde superior del encofrado.
- Cada estrato se compacta mediante la aplicación de 25 golpes uniformes sobre él utilizando una barra de hierro.
- La capa inferior se compacta hasta alcanzar el espesor requerido. En la siguiente

capa, es fundamental asegurar que la barra de compactación se introduzca por completo en toda la profundidad de la capa que se está compactando y 2,5 cm en la capa inferior.

- Después de verter cada capa, realice golpes suaves en las paredes del molde de 10 a 15 veces utilizando un martillo de goma.
- Enrasar el hormigón del molde
- Limpie el vaso del equipo, humedézcalo y fíjelo en el recipiente.
- Continúe cerrando la válvula que enlaza la cámara de aire con el recipiente metálico.
- Llene de agua una de las válvulas de conexión externa y permita que el agua se desplace a través de la otra válvula.
- Añada agua a través de la válvula y agite suavemente el conjunto hasta que el aire sea expulsado por la válvula.
- Aumente de forma progresiva la presión de aire hasta que la aguja del manómetro indique la presión inicial.
- Espere brevemente hasta que el aire comprimido se estabilice y la aguja del manómetro se ajuste a la lectura inicial de presión.
- Apriete la válvula de enlace externo.
- Libera la válvula de conexión que enlaza la cámara de aire con el recipiente, permitiendo así la entrada de aire comprimido en el recipiente de la muestra.
- Una vez que el indicador del manómetro haya alcanzado una lectura estable, registre el porcentaje de aire con una precisión de 0.1 %.

- Antes de quitar la cubierta, asegúrese de categorizar la válvula de enlace y abrir la válvula de desahogo de aire, así como también la válvula de conexión externa para liberar la presión de aire acumulada.

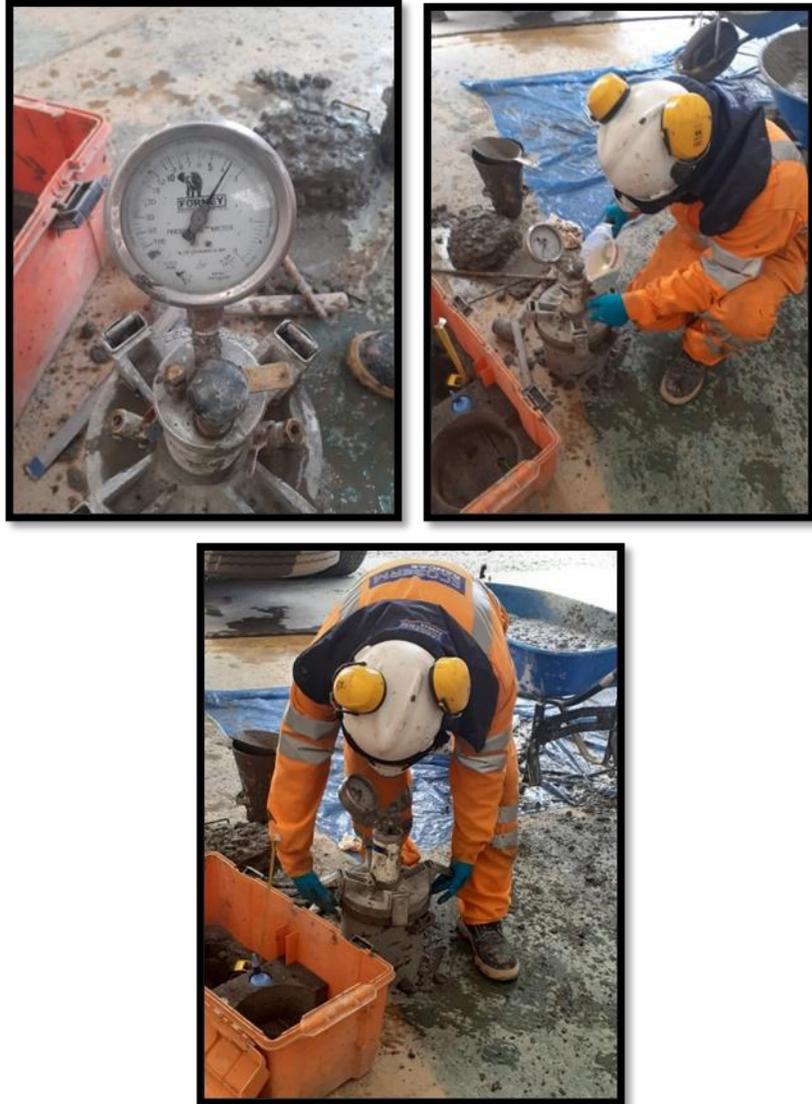


Figura 37. Preparación del contenido de aire

D. Pruebas sobre el concreto curado

a. Evaluación de la capacidad de soporte bajo compresión

– Norma

- ASTM C39
- NTP 339.034

– **Marco Teórico**

La capacidad de resistencia del hormigón ante fuerzas de compresión se conoce comúnmente como resistencia a la compresión. Dado que esta es la carga en la que el hormigón exhibe su mayor capacidad para soportar tensiones, los elementos estructurales suelen diseñarse considerando esta propiedad fundamental.

– **Equipo**

- Compresores
- Almohadillas de neopreno
- *Vernier*

– **Procedimiento**

- Las probetas para ensayar se sacan del estanque de curado y se secan a temperatura ambiente.
- Toma el diámetro de la muestra utilizando un calibrador y registra tres mediciones para luego calcular el promedio. Estas mediciones se utilizarán posteriormente para determinar el área de la sección transversal.
- Coloque un cojín de gomaespuma en la muestra
- Posicione la muestra en el centro del equipo de compresión y mantenga la tasa de carga en el rango de 0,15-0,35 MPa/s hasta que ocurra la falla.



Figura 38. Evaluación de la resistencia a la compresión

E. Resultados de los ensayos en estado fresco del concreto

a. Asentamiento

Los resultados obtenidos en este ensayo fueron:

- Concreto normal diseño $f'c$ 175 kg/cm^2 : 7 1/2"
- Concreto normal diseño $f'c$ 210 kg/cm^2 : 8"
- Concreto normal diseño $f'c$ 280 kg/cm^2 : 6 3/4"

b. Peso unitario fresco

Tabla 65. *Peso unitario fresco*

Masa de molde (kg)	Masa de molde + concreto (kg)	Masa neta	Volumen del molde (m ³)	P. U. (kg/m ³)	Límites
4.771	27.20	22.429	0.00935	2398.82	
4.771	27.19	22.419	0.00935	2397.75	
4.771	27.15	22.379	0.00935	2393.48	
4.771	27.05	22.279	0.00935	2382.78	
4.771	26.55	21.779	0.00935	2329.30	
4.771	26.58	21.809	0.00935	2332.51	
4.771	26.65	21.879	0.00935	2340.00	
4.771	26.95	22.179	0.00935	2372.09	
4.771	26.85	22.079	0.00935	2361.39	2200 - 2400
4.771	26.67	21.899	0.00935	2342.14	kg/m ³
4.771	26.55	21.779	0.00935	2329.30	
4.771	26.58	21.809	0.00935	2332.51	
4.771	26.65	21.879	0.00935	2340.00	
4.771	26.95	22.179	0.00935	2372.09	
4.771	26.85	22.079	0.00935	2361.39	
4.771	27.19	22.419	0.00935	2397.75	
4.771	27.15	22.379	0.00935	2393.48	
4.771	27.05	22.279	0.00935	2382.78	

c. Contenido de aire

- En el ensayo realizado con el concreto fresco de diseño f'c 175 kg/cm² el contenido de aire fue 3.8 % en obra.
- En el ensayo realizado con el concreto fresco de diseño f'c 175 kg/cm² el contenido de aire fue 5.2 % en planta.
- En el ensayo realizado con el concreto fresco de diseño f'c 210 kg/cm² el contenido de aire fue 3.7 % en obra.
- En el ensayo realizado con el concreto fresco de diseño f'c 210 kg/cm² el contenido de aire fue 5.1 % en planta.
- En el ensayo realizado con el concreto fresco de diseño f'c 280 kg/cm² el contenido de aire fue 3.6 % en obra.

- En el ensayo realizado con el concreto fresco de diseño $f'c$ 280 kg/cm² el contenido de aire fue 5.4 % en planta.

F. Resultados obtenidos de los ensayos realizados en el concreto una vez que ha alcanzado su estado de endurecimiento

a. Resistencia a la compresión

CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO												REVISION: 0	
NORMA (ASTM C 39)													
PROYECTO : "PLAN CIERRE DEL DEPOSITO DE DESMONTE DE EXCELSIOR - CERRO DE PASCO SECTOR DEPOSITO DE DESMONTE DE EXCELSIOR, DISTRITO SIMON BOLIVAR, PROVINCIA CERRO DE PASCO, DEPARTAMENTO PASCO."												N° DE REPORTE:	
CLIENTE : CONSORCIO SAN CAMILO												M-1	
UBICACION : CIERRE DEL DEPOSITO DE DESMONTE DE EXCELSIOR												REALIZADO POR JCC	
CONCRETO $f'c = 210$ Kg/cm ²													
Código de Diseño	Prueba N°	Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	O (cm)	Área (cm ²)	Lectura Dial (g)	$f_c = kg/cm^2$	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% f_c Obtenido	Promedio (%)	
M-1	N° 001	DISEÑO $f'c = 210$ Kg/cm ²	21/08/2020	27/08/2020	6	15.1	179.1	31945	178.4	210	85.0	85.76	
	N° 002		21/08/2020	27/08/2020	6	15.1	179.1	32562	181.8	210	86.6		
	N° 003		21/08/2020	18/09/2020	28	15.1	179.1	45235	252.6	210	120.3		
	N° 004		21/08/2020	18/09/2020	28	15.2	181.5	46001	253.5	210	120.7		

CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO												REVISION: 0	
NORMA (ASTM C 39)													
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LOS ADEPORTABILES AERIOSES CARLOS MARIATEGUI SECTOR 2 DEL DISTRITO SIMON BOLIVAR - PROVINCIA DEPARTAMENTO PASCO."												N° DE REPORTE:	
PROPIETARIO : CONSORCIO SAN ANTONIO												D-001	
UBICACION : AERIOSES CARLOS MARIATEGUI SECTOR 2 - SIMON BOLIVAR												REALIZADO POR JCC	
CONCRETO $f'c = 175$ Kg/cm ²													
Código de Diseño	Prueba N°	Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	O (cm)	Área (cm ²)	Lectura Dial (g)	$f_c = kg/cm^2$	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% f_c Obtenido	Promedio (%)	
D-001	N° 001	DISEÑO $f'c = 175$ Kg/cm ²	07/06/2021	14/06/2021	7	15.0	176.7	23587	133.5	175	76.3	77.26	
	N° 002		07/06/2021	14/06/2021	7	15.0	176.7	24198	136.9	175	78.2		
	N° 003		07/06/2021	21/06/2021	14	15.0	176.7	29047	164.4	175	93.9	95.89	
	N° 004		07/06/2021	21/06/2021	14	15.0	176.7	30258	171.2	175	97.8		
	N° 005		07/06/2021	05/07/2021	28	15.0	176.7	35974	203.6	175	116.3		
	N° 006		07/06/2021	05/07/2021	28	15.0	176.7	37475	212.1	175	121.2		

CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO												REVISION: 0	
NORMA (ASTM C 39)													
PROYECTO : "MONTAJE DE PARADA DE PLANTA 2021"												N° DE REPORTE:	
PROPIETARIO : SOCIEDAD MINERA EL BROCAL - HLC INGENIERIA Y CONSTRUCCION												D-001	
UBICACION : COLOQUIRCA - CERRO DE PASCO												REALIZADO POR JCC	
CONCRETO $f'c = 350$ Kg/cm ²													
Código de Diseño	Prueba N°	Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	O (cm)	Área (cm ²)	Lectura Dial (g)	$f_c = kg/cm^2$	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% f_c Obtenido	Promedio (%)	
D-001	CPR 01	CHANCADORA CI 130 BASE CONCRETO 350	13/07/2021	14/07/2021	1	9.9	77.0	28036	364.2	350	104.1	101.66	
	CPR 02		13/07/2021	14/07/2021	1	9.9	77.0	26744	347.4	350	99.3		
	CPR 03		13/07/2021	16/07/2021	3	9.9	77.0	32944	428	350	122.3	127.66	
	CPR 04		13/07/2021	16/07/2021	3	9.9	77.0	35843	465.6	350	133.0		
	CPR 05		13/07/2021	20/07/2021	7	9.9	77.0	36005	467.7	350	133.6		
	CPR 06		13/07/2021	20/07/2021	7	9.9	77.0	36029	468	350	133.7		

CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO												REVISION: 0	
NORMA (ASTM C 39)													
PROYECTO : "OBRAS CIVILES DE LA AMPLIACION DE BAHIA 135KV (CL-1703) DE LA SE CARHUAMAYO NUEVA"												N° DE REPORTE:	
PROPIETARIO : MEGASIL PERU SAC												R-009	
UBICACION : CARHUAMAYO JUNIN												REALIZADO POR JCC	
CONCRETO $f'c = 280$ Kg/cm ²													
Código de Diseño	Prueba N°	Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	O (cm)	Área (cm ²)	Lectura Dial (g)	$f_c = kg/cm^2$	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% f_c Obtenido	Promedio (%)	
R-009	N° 001	Muro canalé C-50 del eje A-F (L=24.33 Mts-canalé C-40.2 del eje 1' al 3.2' (F=8.71)	09/07/2021	16/07/2021	7	15.0	176.7	38447	218	280	77.7	79.26	
	N° 002		09/07/2021	16/07/2021	7	15.0	176.7	39555	223.8	280	79.9		
	N° 003		09/07/2021	16/07/2021	7	15.0	176.7	39658	224.4	280	80.1	115.71	
	N° 004		09/07/2021	06/08/2021	28	15.0	176.7	55234	312.6	280	111.6		
	N° 005		09/07/2021	06/08/2021	28	15.0	176.7	56879	321.9	280	115.0		
	N° 006		09/07/2021	06/08/2021	28	15.0	176.7	59647	337.5	280	120.5		

Figura 39. Resistencia a la compresión

4.1.3.7. Difusión de Charlas al Personal Obrero

Durante los trabajos, se informó a los operadores del equipo de transporte de hormigón sobre los procedimientos de trabajo, las precauciones que deben tomarse al ejecutar los lotes, el transporte de hormigón y la colocación para mantener la calidad del hormigón.

4.1.3.8. Coordinaciones de Trabajos Diarios

Durante la ejecución del proyecto se llevaron a cabo actividades de control y verificación para asegurar que no se produjeran productos no conformes. Estas actividades de control y la comprobación aseguran al cliente un producto de excelencia, cumpliendo con las especificaciones establecidas en el acuerdo contractual.

Los exámenes y revisiones requeridos están especificados en los planes de puntos de inspección (PPI), los cuales contienen los estándares de aceptación. Durante el transcurso del proyecto, se han empleado 52 documentos de inspección para el ámbito civil y 5 documentos de señalización.

4.2. Aspectos Técnicos de la Labor Profesional

4.2.1. Metodologías

El enfoque utilizado para llevar a cabo las labores asignadas se fundamentó en métodos descriptivos, comparativos y analíticos, con el objetivo de obtener e interpretar los resultados.

Además, había que cumplir las normas de seguridad, integridad, calidad y trabajo en equipo de la empresa para alcanzar los objetivos.

4.2.2. Técnicas

- Revisión: donde se investigan o analizan las necesidades del cliente.
- Observación: cuando se llama la atención sobre una actividad para determinar si la actividad realizada se ajusta a las directrices de una ley o norma.
- Coordinación: llegar a un acuerdo entre el operador de la planta y el laboratorio.

- Comparación: acordar un documento contractual específico (especificación técnica), una norma o una opinión de un experto.
- Validación: asegurar la autenticidad y precisión de una actividad mediante análisis técnico y legal.

4.2.3. Instrumentos

Los dispositivos empleados para llevar a cabo ambas iniciativas son los siguientes:

- Características técnicas detalladas
- Contratos de construcción
- Ficha técnica
- Plan de contrato
- Estándares de calidad, seguridad laboral, salud ocupacional y preservación del medio ambiente
- Plan de calidad
- Métodos de ejecución, planes de garantía de calidad y procedimientos operativos estándar
- Certificados de calidad
- Certificados de calibración
- Certificados de garantía de calidad
- Fichas de tecnología de materiales

4.3. Ejecución de las Actividades Profesionales

4.3.1. Cronograma de Actividades Realizadas

Siguiente página

Actividad Realizada	Tiempo	MESES											
		Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	Mar-22
Recorrido por la empresa ECOSERN - Ranca, recorrido por el laboratorio de suelos y concreto.	7 días												
Visita a las fuentes de abastecimiento de los agregados.	2 días												
Reconocimiento de los equipos de laboratorio de suelos y concreto.	3 días												
Ensayo de granulometría de agregado grueso	1 día												
Ensayo de Módulo de Inercia del agregado grueso	1 día												
Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso	1 día												
Ensayo de pesaje de malla N° 4 del agregado grueso	1 día												
Ensayo de peso específico del agregado grueso	1 día												
Ensayo de absorción del agregado grueso	1 día												
Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso	1 día												
Ensayo de peso unitario verificado o compactado del agregado grueso	1 día												
Ensayo de granulometría de agregado fino	1 día												
Ensayo de Módulo de Inercia del agregado grueso	1 día												
Ensayo de contenido de humedad del agregado fino	1 día												
Ensayo de peso específico del agregado fino	1 día												
Ensayo de absorción del agregado fino	1 día												
Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino	1 día												
Ensayo de peso unitario verificado o compactado del agregado fino	1 día												
Clasificación de mezcla F'c 100 kg/cm ²	1 día												
Ensayos de contenido de aire y slump	1 día												
Obtención de probetas de concreto	1 día												
Rotura de probetas de concreto según su edad f, 14, 21, 28 días	1 día												
Clasificación de mezcla F'c 140 kg/cm ³	1 día												
Ensayos de contenido de aire y slump	1 día												
Obtención de probetas de concreto	1 día												
Rotura de probetas de concreto según su edad f, 14, 21, 28 días	1 día												
Clasificación de mezcla F'c 175 kg/cm ³	1 día												
Ensayos de contenido de aire y slump	1 día												
Obtención de probetas de concreto	1 día												
Rotura de probetas de concreto según su edad f, 14, 21, 28 días	1 día												
Clasificación de mezcla F'c 210 kg/cm ⁴	1 día												
Ensayos de contenido de aire y slump	1 día												
Obtención de probetas de concreto	1 día												
Rotura de probetas de concreto según su edad f, 14, 21, 28 días	1 día												
Clasificación de mezcla F'c 250 kg/cm ⁵	1 día												
Ensayos de contenido de aire y slump	1 día												
Obtención de probetas de concreto	1 día												
Rotura de probetas de concreto según su edad f, 14, 21, 28 días	1 día												
Clasificación de mezcla F'c 350 kg/cm ⁶	1 día												
Ensayos de contenido de aire y slump	1 día												
Obtención de probetas de concreto	1 día												
Rotura de probetas de concreto según su edad f, 14, 21, 28 días	1 día												
Inspeccionar, verificar y contrastar los productos químicos llegados a obra de acuerdo como indican los certificados de calidad (Fecha, lote)	1 día												
Ensayos de rotura del concreto según edad 3, 7, 14, 21, 28 días.	durante el curso de probetas												
Ensayos del concreto en estado fresco, ensayo de contenido de aire, slump.	durante el control de calidad												
Clasificación del concreto según requerimiento de los clientes	durante la etapa en la empresa												

Figura 40. Cronograma de actividades realizadas

4.3.2. Secuencia, Proceso y Operativa de las Actividades Profesionales

El orden seguido para el procedimiento de producción del concreto premezclado es el siguiente:

4.3.2.1. Análisis de los Agregados

- Muestreo
- Granulometría
- Índice de finura
- Nivel de humedad
- Pasante la malla N.º 4
- Absorción
- Peso específico
- Peso unitario varillado
- Peso unitario suelto

4.3.2.2. Diseño de Mezclas

- Información requerida de los agregados
- Método de diseño ACI 211.1
- Diseño de concreto

4.3.2.3. Preparado del Concreto

- Llenado de agregados a las tolvas
- Introducción de datos de diseño
- Dosificación de manera industrial con el programa
- Verificación del concreto

4.3.2.4. Transporte de Concreto Premezclado

- Dosificación del concreto en los mixeres
- Traslado con la rola en movimiento a la obra indicada

4.3.2.5. Pruebas del Hormigón en su Estado Reciente

- Prueba de porcentaje de aire
- Ensayos de *slump* o asentamiento del concreto
- Temperatura del hormigón

- Muestreo del concreto

4.3.2.6. Pruebas del Concreto una vez que ha Alcanzado su Estado de Solidificación

- Extracción de las muestras después de 2 horas
- Transporte de muestras al laboratorio
- Proceso de maduración de muestras de concreto
- Prueba de resistencia del concreto a diferentes edades: 3, 7, 14, 21, 28 días

Capítulo V

Resultados

5.1. Resultados Finales de las Actividades Realizadas

- La empresa Ecoferm Rancas ha logrado cumplir con los rigurosos niveles de excelencia, siguiendo las directrices técnicas y los requisitos específicos de cada cliente. Además, se ha garantizado la calidad del producto ofrecido en sus diversas variantes, como la formulación de mezclas de concreto con resistencias nominales de 100 MPa, 140 MPa, 175 MPa, 210 MPa, 280 MPa y 350 MPa.

- Se ha cumplido con la presentación puntual de la documentación requerida dentro de los plazos establecidos. Esta documentación abarca los informes de laboratorio correspondientes a las pruebas realizadas en los agregados finos y gruesos, así como los diseños de mezcla para cada tipo de concreto con resistencias nominales de 100 MPa, 140 MPa, 175 MPa, 210 MPa, 280 MPa y 350 MPa. También se han proporcionado los resultados de los ensayos de resistencia realizados en cada diseño de mezcla o concreto, así como los informes de los ensayos de campo según el cronograma establecido para cada cliente, de acuerdo con sus requisitos particulares.

5.2. Logros Alcanzados

Los logros alcanzados durante el lapso laboral en la compañía Ecoferm Rancas abarcaron:

- El hormigón fue suministrado dentro del período acordado, manteniendo los altos estándares de calidad y cumpliendo con la puntualidad que distingue a la empresa.

- Se logró cumplir con los exigentes estándares de calidad del concreto, superando el 100 % de los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas (NTP) en cuanto a la resistencia a la compresión después de 28 días de curado.
- Se consiguió la aprobación de los diseños de mezcla de hormigón mediante una fundamentación técnica basada en la longevidad y fortaleza del material, contando con la aprobación de los clientes y la supervisión correspondiente.
- Se logró cumplir con los requerimientos de los clientes tanto en puntualidad como en calidad de nuestro producto.
- Se consiguió mantener la base de clientes con la calidad, la durabilidad y la resistencia del hormigón premezclado como factores clave.
- Se logró contactar a otras empresas del rubro minero para pactar la venta de concreto premezclado.

5.3. Dificultades Encontradas

Los desafíos encontrados durante la estadía en la empresa Ecoserm Rancas fueron:

- El tiempo de traslado del concreto premezclado desde el punto de abastecimiento hasta el punto de colocado del concreto premezclado.
- El cambio de clima al momento del traslado del concreto premezclado desde el punto de abastecimiento hasta el punto de colocado del concreto premezclado.
- El abastecimiento de agregados de las canteras, no contaban con *stock* para abastecer el concreto según el requerimiento del cliente.
- Los paros realizados en el Perú, ya que la carretera central se encontraba bloqueada y el cemento no llegaba a tiempo para abastecer el concreto.
- El traslado de los instrumentos de laboratorio para llevar a cabo pruebas de concreto en estado fresco.

- No mantener en una temperatura constante la posa de curado de las probetas ya que las termalinas se quemaban constantemente.
- La falta de accesibilidad de los míxeres al punto de colocado del concreto.

5.4. Propuesta de Mejoras

5.4.1. Metodologías Propuestas

- Aplicación de un registro de evaluación de fracturas de las muestras de diversos tipos de composición de hormigón.
- Verificación de cada semana a las canteras para ver la calidad de los agregados y el *stock* que ellos tienen.
- Verificación semanal del *stock* de cemento tipo I y tipo V para evitar la falta de *stock*.
- Mayor comunicación entre los clientes y el administrador para evitar retrasos o llegada antes de que su encofrado esté habilitado o no.
- Uso de protocolos de seguridad durante el traslado y colocado del concreto.

5.4.2. Descripción de la Implementación

5.4.2.1. Introducción de un Cuaderno de Seguimiento de las Fracturas de las Muestras de Distintas Combinaciones de Mezcla de Hormigón

Se implementó el cuaderno para llevar un control adecuado y correcto de la prueba de compresión de las probetas o muestras de los diseños según la edad de las probetas de 3, 7, 14, 21 y 287 días, el concreto premezclado que se atendió a los clientes del día a día.

5.4.2.2. Verificación de cada Semana a las Canteras para ver la Calidad de los Agregados y el *Stock* que ellos Tienen.

Se programaron las visitas a las canteras Sergensaf y Robles ya que según su explotación van cambiando los agregados, por ende se realizaban las visitas de manera semanal, ya que estos son materia prima para poder llevar el proceso de preparado del concreto premezclado.

5.4.2.3. Verificación Semanal del *Stock* de Cemento tipo I y tipo V para Evitar la Falta de *Stock*.

Como parte del inicio de preparación del concreto premezclado y siendo materia prima se realiza la inspección semanal del silo del cemento tipo I y tipo V para verificar el *stock* que se tiene durante la semana para poder realizar el pedido de cada tipo de cemento para la atención oportuna a los clientes.

5.4.2.4. Uso de Protocolos de Seguridad Durante el Traslado y Colocado del Concreto

El trabajo contemplaba la colocación del concreto, para ello se empezó a usar el Iperc y el *check list* para verificar el estado del equipo y también identificar los peligros y la evaluación de riesgos del lugar donde se va a realizar el trabajo de colocado del concreto o bombeo del concreto premezclado.

5.5. Análisis

Los clientes que se contactan con la planta de concreto Ecoserm – Rancas piden una verificación de la ubicación de la obra, así como también los clientes de empresas grandes piden la verificación del acceso para poder realizar algún cambio o mejora en el acceso y si es viable o no para que puedan hacer pedido el concreto; para ello se implementó el Iperc y el *check list* para cuidar el equipo y también el concreto premezclado.

En las empresas grandes se tiene el cuidado del acceso, ya que se encuentran en constante movimiento de tierra y como los equipos que usamos son pesados se corre el riesgo de atollamiento, por ende, se va a realizar una inspección y poder realizar mejoras para poder tener un acceso óptimo y así poder realizar el colocado del concreto premezclado, ya sea directamente del *mixer* o con la bomba de concreto.

5.6. Aporte del Bachiller en la Empresa

El estudiante de educación superior aportó al introducir un cuaderno de registro de pruebas de rotura de muestras, con el fin de garantizar la calidad óptima del concreto. Para lograrlo, empleó herramientas de gestión que permiten supervisar y asegurar los proyectos, centrándose en la mejora continua y la innovación. Asimismo, se implementó el uso de Iperc y *check list*, herramientas de gestión que controlan y aseguran los procesos en los equipos durante el transporte del concreto. Además, se mejoró la comunicación entre el administrador y los clientes.

La empresa cumplió con el trabajo satisfactoriamente, y el cliente lo confirmó con la encuesta de satisfacción, colocando porcentajes altos y aptos que hacen que la planta de concreto Ecoform - Rancas siga prosperando en cuanto a la calidad del producto en cada proyecto, el cual parte de un plan de calidad que se desarrolla durante todo el tiempo que demora la obra, además de realizar, controlar y analizar los ensayos que se realizan por norma y requerimiento del cliente.

Conclusiones

La participación del asistente de laboratorio de suelos y concreto con respecto a control de calidad fue realizar inspecciones de ensayos de laboratorio, análisis de muestras, verificación de ensayos en campo, el cual fueron plasmados en el cuaderno de control diaria juntamente en los documentos solicitados por los clientes, haciendo la verificación de la calidad, obteniendo resultados satisfactorios y aceptados por los clientes. Para el caso de llenado del cuaderno de control diario se aseguró que las roturas de 7, 14, 21 y 28 días fueron plasmados según fecha, ya que se manejaba un amplio listado de clientes, de la misma manera se verificaba la calidad del producto, en este caso concreto premezclado de diferentes F'c.

Las combinaciones preparadas durante la estancia en la planta de concreto Ecoserm - Rancas mostraron una consistencia y capacidad de mantenerse unidas adecuadamente, lo cual se evaluó mediante el parámetro de fluidez y se obtuvieron valores de 3" a 9 ½" en mezclas sin evidencia de segregación, lo cual es considerado aceptable por los clientes que nos exigían la calidad del producto, por ende, se procedía con el llenado de las estructuras.

Se pudo notar que a medida que se elevan las resistencias de diseño para la compresión y se aumenta la proporción de cemento en las mezclas, se hace necesario emplear aditivos reductores de agua y aditivos superplastificantes para reducir la cantidad de agua requerida.

Recomendaciones

Se recomienda el uso correcto de aditivos incorporados de aire, ya que el clima varía durante el día y el contenido de aire varía durante el traslado del concreto

Se recomienda tener al día el cuaderno del control de rotura de probetas para evitar inconvenientes con los diseños del concreto premezclado.

Se sugiere llevar a cabo una investigación que involucre el uso de áridos provenientes de distintas canteras ubicadas en la ciudad de Cerro de Pasco, tomando en cuenta las diferencias en las características físicas y mecánicas de cada uno de ellos.

Se sugiere mantener un riguroso control de los depósitos de concreto a fin de prevenir retrasos o contratiempos con los clientes.

Lista de Referencias

1. **Ecosem.** *Ecosem Rancas*. 2021. Visitado el 4 de julio de 2022. Disponible en: <https://ecosemranca.com.pe/web/nosotros/>.
2. **ROBLES, T.** *El control interno de la empresa comunal de servicios múltiples Rancas y el desarrollo sostenible de la comunidad campesina San Antonio de Rancas – Pasco – 2016*. (Tesis), Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2017.
3. **APAZA, D. S.** *Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento Portland, ante agentes agresivos*. (Tesis). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal. 2018.
4. **AQUINO, Y. J. .** *Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional*. (Tesis), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. 2019.
5. **GUTIÉRREZ, A. V.** *Método de control de la calidad en la construcción de obras subterráneas*. (Tesis), Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. 2019.
6. **ROJAS, M. L.** *Informe de competencias y actividades desarrolladas como asistente de calidad en Cosapi*. (Tesis), Universidad Continental, Huancayo, Perú. 2019.
7. **SANTOS, M. Y.** *Efecto de la sustitución del agregado grueso por vidrio blanco en la resistencia del concreto*. (Tesis), Universidad San Pedro, Huaraz, Perú. 2019.
8. **SÁNCHEZ, R.; CHONG, E. F.** *Diseño de concreto 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280, kg/cm², con agregado grueso del río Huallaga y agregado fino del río Sisa*. (Tesis), Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. 2021.
9. **MORI, H.** *La resistencia a la compresión e impermeabilidad de concretos con agregados reciclados en comparación de concretos tradicionales*. (Tesis), Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. 2019.
10. **ZANABRIA, J. G.; SALAZAR E.** *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto líquido fino «grout» adicionado con limaduras de acero 2 %, 5 % y 10 % en comparación a un concreto líquido patrón convencional – Cusco 2018*. (Tesis), Universidad Andina del Cusco, Perú. 2019.
11. **ORDOÑEZ, M. R.** *Estudio de la calidad de concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín*. (Tesis), Universidad Continental, Perú. 2018.
12. **RAMOS, Judith.** *Informacion básica de agregados*. 2008. <https://jyramosa.blogspot.com/>.

13. **RODRICH, S. R.; SILVA, J. C.** *Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo, 2018.* (Tesis), Universidad Privada del Norte, Perú. 2019.
14. **SALAS, N. H.** *Influencia del tiempo de almacenamiento del cemento portland tipo IP – marca Rumi en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.* (Tesis), Universidad Nacional del Altiplano, Perú. 2019.
15. **SALDAÑA, M.; MEGO, C.** *Concreto liviano no estructural, sustituyendo el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido, departamento de San Martín – 2019.* (Tesis), Universidad Científica del Perú, Perú. 2019.
16. **ANICAMA, E. R.** *Procedimiento constructivo de plateas de cimentación de concreto armado.* (Monografía), Escuela Superior Técnico Sensico, Perú. 2021.

Anexos

Anexo 1



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Proyecto: * MEJORAMIENTO DEL ENTORNO DE LA PLAZA DE ARMAS EN LA CALLE MORALES JANAMPA, EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SMELTER, DISTRITO DE FUNDICIÓN DE TINYAHUARCO, PROVINCIA DE PASCO, REGIÓN PASCO*
 Ubicación: COMUNIDAD CAMPESINA DE SMELTER - CERRO DE PASCO
 Diseño: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Fecha: 22/10/2021
 Relación a/c: 0.51 Técnico: J. Cardenas
 Relación A' : A0: 78 - 22 Volumen de Prueba (m3): 1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.16	Vol. Agregados	0.71	Cementante total	340	kg	8.0	bolsas
M.F. Piedra # 5		Arena	78	Puzolana	0	%		
M.F. Piedra # 67	6.80	Piedra # 67	22					
M.F. Global	3.96	Piedra # 57	0					

Desulficación		Propor. en Peso Humedo		Dosif. x Bols. Cem.		Propor. Vol. Hum. (p3)	
Fluidcon set 50	= 0.60 % = 5.30 cc	Cemento I	1	Cemento I	42.5	kg	1
Sikaer	= 0.043 % = 0.43 cc	Arena	4.5	Arena	192	kg	4.2
	= 0.00 cc	Piedra	1.2	Piedra	61	kg	1.3
	= 0.00 kg/m3				14	L	10.1
					225	cc	
					18	cc	

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM %	ABS %	PESO SECO kg/m ³	VOL	PESO S.S.S kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento I	Andino	3150			340	0.1079	340	340	340	kg
Agua	Rancas	1000	-	-	170	0.1700	201	108	108	L
Arena	Sacrafamilia	2698	5.73	1.83	1484	0.5500	1484	1539	1539	kg
Piedra # 47	Sacrafamilia	2646	1.77	0.83	410	0.1551	410	410	410	kg
Soquimic	Fluidcon set 50	1140			2.05	0.0018	2.054	2.054	1802	cc
Sika	Sikaer	1010			0.148	0.0001	0.148	0.148	146	cc
Aire					1.50%	0.0150				cc
TOTAL						1.0000	2437	2399		cc

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara : kg

Volumen : m³

Tara + concreto : kg

ACELERANTE	0	CC
P. U. SUELTO DE LA ARENA	(kg/m ³)	1620
P. U. SUELTO DE LA PIEDRA	(kg/m ³)	1427

MODIFICACIONES

a / c _{total} : 0.51

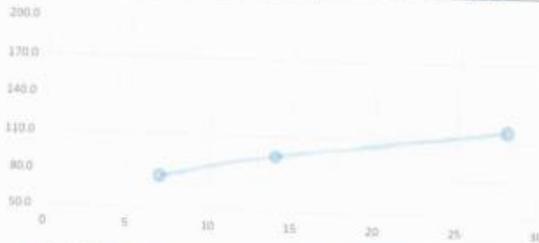
Reducción : ml

Adición (Reducción) de agua 1 : 50.0 ml

Adición (Reducción) de agua 2 : ml

TEMP. (°C)	Slump	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO	Tiempo de fragua (min)	MUESTREO
Amb. Concr.	(pu)	ARE (%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	Inicia Final	Pruebas : 06
4° - 6°		5 ± 1.5	2437	2399.2	1.0158		Viges

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
Edad (días)	f_c (kg/cm ²)	
3	0	0
7	29000	76
14	36000	94
28	45000	118



Segregación?	NO
Efervescencia?	NO
Exudación excesiva?	NO
Aspecto	Pastosa
Se muestrearon	06 testigos
Otros:	

OBSERVACIONES

ARENA SEGUNDA - PIEDRA CHANCADA DE 3/4

TECNICO RESPONSABLE

ECOSERM RANCAS
 DIV. ROSA FLORES
 CIP N° 170330
 ING. CIVIL
 ING. ECOSERM RANCAS

Anexo 2

CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO

NORMA (ASTM C 39)

PROYECTO: * REFORZAMIENTO DEL ENTORNO DE LA PLAZA DE ARMAS EN LA CALLE MORALES (ANAMPA, EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SMIETTER, DISTRITO DE FUNCIÓN DE TIVABARICO, PROVINCIA DE PASCO, REGIÓN PASCO)

PROPONENTE: CONSTRUCTORA Y MULTISERVICIOS VALCER SAC

UBICACIÓN: COMUNIDAD CAMPESINA DE SMIETTER - CERRO DE PASCO

REVISIÓN: 0

Nº DE REPORTE: D-001

CONCRETO F'c = 210 Kg/cm2
REALIZADO POR JCC

Código de Diseño	Prueba Nº	Estrecho	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Ø (cm)	Área (cm²)	Lectura Dial (kg)	Fc = kg/cm²	Resistencia Deseada (kg/cm²)	% Fc Obtenida	Prescrito (%)
D-001	Nº 001	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	22/10/2021	29/10/2021	7	15.0	176.7	29457	166.7	210	79.4	78.31
	Nº 002		22/10/2021	29/10/2021	7	15.0	176.7	28657	162.2	210	77.2	
	Nº 003		22/10/2021	5/11/2021	14	15.0	176.7	34571	195.6	210	93.1	51.38
	Nº 004		22/10/2021	5/11/2021	14	15.0	176.7	33258	188.2	210	89.6	
	Nº 005		22/10/2021	19/11/2021	28	15.0	176.7	44125	249.7	210	118.9	118.33
	Nº 006		22/10/2021	19/11/2021	28	15.0	176.7	43698	247.3	210	117.8	

ESQUEMA DE FRACTURAS TÍPICAS:

OBSERVACIONES:

Firma: _____

Nombre: _____

Cargo: _____

Fecha (dd/mm/aa): _____

LABORATORIO

ING-ECOSERM S.A.S.

ING. CIVIL

DAVID GONZALEZ FLORES

SR. J. NESTOR SANTIAGO ZELADA

ADMINISTRADOR DE PLANTA DE CONCRETO

ECOSERM BANCAS

Anexo 3



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO f_c = 210 Kg/cm²

Proyecto: "Asfaltado de vía Cerro de Pasco la Quinua"

Ubicación: CERRO DE PASCO - LA QUINUA.

Diseño: f_c = 210 Kg/cm²

Fecha: 6/10/2021

Relación a/c: 0.51

Técnico: J. Cardenas

Relación AF : AG: 78 - 22

Volumen de Prueba (m³): 1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.28	Vol. Agregados :	0.70	Cementante total :	340	kg	8.0	bolsas
M.F. Piedra # 5		Arena :	78	Puzolana	0	%		
M.F. Piedra # 67	6.72	Piedra # 67 :	22					
M.F. Global	4.02	Piedra # 57 :	0					
Dosificación		Propor. en Peso Humedo		Dosif. x Bols. Cem.		Propor. Vol. Hum. (p3)		
Fluxcrete 31rf	= 0.70	% = 6.10	cc	Cemento I	1	42.5	kg	1
Sikaer	= 0.028	% = 0.28	cc	Arena	4.6	194	kg	4.2
		% = 0.00	cc	Piedra	1.2	51	kg	1.3
		% = 0.00	kg/m ³			13	L	10.1
						259	cc	
						12	cc	

MATERIALES	PROCEGENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TAMPA DE PRUEBA	
									DOSEIFICACION	UNIDAD
Cemento I	Andino	3150			340	0.1079	340	340	340	kg
Agua	Rancas	1000	-	-	170	0.1700	201	100	100	kg
Arena	Sacrafamilia	2698	6.42	1.83	1483	0.5408	1483	1549	1549	kg
Piedra # 67	Sacrafamilia	2646	1.24	0.83	410	0.1551	410	407	407	kg
Soquimic	Fluxcrete 31rf	1140			2.36	0.0021	2.364	2.364	2074	kg
Sikaer	Sika	1010			0.096	0.0001	0.096	0.096	95	cc
Aire					1.50%	0.0150				cc
TOTAL						1.0000	2437	2399		cc

ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	kg
Volumen	m ³
Tara + concreto	kg

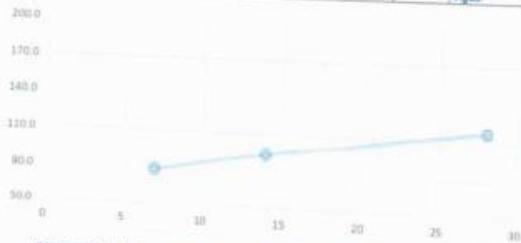
ACELERANTE	0	cc
P. U. SUELTO DE LA ARENA	(kg/m ³)	1630
P. U. SUELTO DE LA PIEDRA	(kg/m ³)	1428

MODIFICACIONES

a / c real :	0.51	ml
Reducción:		
Adición (Reducción) de agua 1	50.0	ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)		Skirte (pul)	CONTENIDO DE ARE (%)	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (kg/m ³)	Tiempo de fragua (min)		MUESTREO	
Amb.	Concr.						Inicia	Final	Probetas : 06	Vigas:
	4" - 8"		5 ± 1.5	2437	2398.9	1.0158				

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
Edad (días)	f _c (kg/cm ²)
3	0
7	30000
14	36000
28	45000



Segregación?	NO
Efervescencia?	NO
Exudación excesiva?	NO
Apariencia	Normal
Se muestrearon	Probetas
Otros	

TEC. JESUS CARLOS CASTILLO
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS

TECNICO RESPONSABLE

OBSERVACIONES

ARENA SEGUNDA - PIEDRA CHANCADA DE 3/4

ING. GORA FLORES
CIP N° 170330
ING. CIVIL
ING. ECOSERM RANCAS

Anexo 4



CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO

NORMA (ASTM C 39)

PROYECTO: "Asfaltado de Vía Cerro de Pasco la Quilmas"

PROPIETARIO: Anaya Ingeniería y construcción

UBICACION: CERRO DE PASCO - LA QUINUA.

REVISIÓN: 0

N° DE REPORTE: D-001

CONCRETO F'c = 210 Kg/cm²
REALIZADO POR JCC

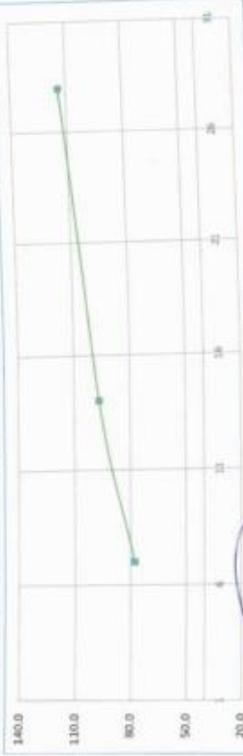
Código de Diseño	Problema N°	Estructura	Fecha de Muestras	Fecha de Roturas	Edad (días)	Ø (cm)	Área (cm ²)	Levanta Dial (kg)	F'c = kg/cm ²	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% F'c Obtenido	Promedio (%)
D-001	N° 001	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ² CEMENTO tipo 1	6/10/2021	13/10/2021	7	15.1	179.1	28787	160.8	210	76.6	77.62
	N° 002		6/10/2021	13/10/2021	7	15.1	179.1	29584	165.2	210	78.7	
	N° 003		6/10/2021	20/10/2021	14	15.1	179.1	36978	206.5	210	98.3	96.43
	N° 004		6/10/2021	20/10/2021	14	15.1	179.1	35556	198.5	210	94.5	
	N° 005		6/10/2021	3/11/2021	28	15.0	176.7	42125	238.4	210	113.5	114.19
	N° 006		6/10/2021	3/11/2021	28	15.0	176.7	42631	241.2	210	114.9	

ESQUEMA DE FRACTURAS TÍPICAS:






OBSERVACIONES:



Firma

Nombre

Cargo

Fecha (dd/mm/aa)





Anexo 5



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO F_c = 100 Kg/cm²

Proyecto: "RECRECIMIENTO PRESA DE RELAVES N° 05 A LA COTA 4455 Y OBRAS HIDRAULICAS"

Ubicación: UNIDAD MINERA HUARON, PRESA NRO. 05 - MURO DE SUELO REFORZADO

Diseño	F _c = 100 Kg/cm ²	Fecha	12/09/2021
Relación alc	0.71	Técnico	Jardenas
Relación AF - AG	76 - 24	Volumen de Prueba (m ³)	1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.02	Vol. Agregados	0.74	Cementante total	242 kg	5.7 bolsas
M.F. Piedra # 5		Arena	76 %	Puzolana	0 %	
M.F. Piedra # 67	6.72	Piedra # 67	24 %			
M.F. Global	3.91	Piedra # 57	0 %			

Dosificación		100	Propor. en Peso Humedo		Dosif. x Bis. Cam.	Propor. Vol. Hum. (p ³)
Plastón set 50	= 0.70 %	= 6.10 cc	Cemento V	1	42.5 kg	1 bis 6
Sika [®]	= 0.000 %	= 0.00 cc	Arena	6.2	264 kg	6.0 34.4
			Piedra	1.8	77 kg	1.8 10.3
					17 L	
					259 cc	
					0 cc	

MATERIALES	PROCEDENCIA	P ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL	PESO S.S.S kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento V	Andino	3150			242	0.0769	242	242	242	kg
Agua	Rancas	1000	-	-	170	0.1700	202	98	98	L
Arena	Sacrafamilia	2698	6.53	1.83	1510	0.5598	1435	1503	1503	kg
Piedra # 67	Sacrafamilia	2646	1.13	0.83	468	0.1768	444	440	440	kg
Soquimic	Fluidcon set 50	1140			1.68	0.0015	1.685	1.685	1478	cc
Sika										cc
Aire										cc
TOTAL						1.0000	2325	2285		gr

ENSAYOS DE CONTROL

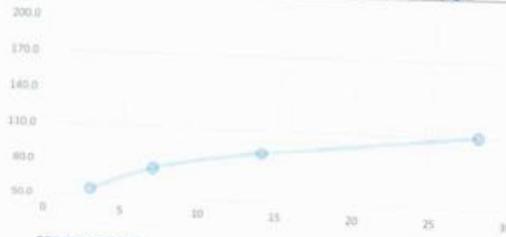
Datos para P.U.			
Tara	kg	ACELERANTE	0 cc
Volumen	m ³	P. U. SUELTO DE LA ARENA	(kg/m ³) 1544
Tara + concreto	kg	P. U. SUELTO DE LA PIEDRA	(kg/m ³) 1905

MODIFICACIONES

β / C _{prec}	0.71
Reducción	ml
Adición (Reducción) de agua 1	50.0 ml
Adición (Reducción) de agua 2	ml

TEMP. (°C)	Slump	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO	Tiempo de fragua (min)		MUESTREO
Amb.	Concr.	ARE (%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	Inicia	Final	Pruebas : 06
			2325	2285	1.017			Vigas:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
Edad (días)	F _c (kg/cm ²)	
3	10068	55
7	13587	75
14	18352	91
28	19996	110



Segregación?	NO
Efervescencia?	NO
Exudación excesiva?	NO
Apariencia	Buena
Se muestrearon	06 vigas
Otros:	

ECOSERM RANCAS
TEC. JESÚS ARELLANO CASTILLO
 LABOR. CIVIL Y CONCRETOS
 TÉCNICO RESPONSABLE

OBSERVACIONES

ECOSERM RANCAS
Deivy GARA FLORES
 C.P. N° 170330
 ING. CIVIL
 ING. ECOSERM RANCAS

Anexo 6



CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO
NORMA (ASTM C 39)

REVISIÓN: 0

Nº DE REPORTE: D-001

CONCRETO F'c = 100 Kg/cm2
REALIZADO POR JCC

PROYECTO: "RECRECIMIENTO PRESA DE RELAVES N° 05 A LA COTA 4455 Y OBRAS HIDRAULICAS"
PROPIETARIO: FEVOEX CONTRATISTAS S.A.C
UBICACION: UNIDAD MINERA HUARON, PRESA NRO. 05 - MURO DE SUELO REFORZADO

Código de Diseño	Prueba Nº	Estructura	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Ø (cm)	Área (cm²)	Lección Dual (kg)	F _c = kg/cm²	Relación Diseño (0,625 cm²)	% F _c Obtenido	Promedio (%)	
D-001	N° 001	DISEÑO F'c = 100 Kg/cm2 CEMENTO tipo V	12/09/2021	19/09/2021	7	15.1	179.1	14016	78.3	100	78.3	80.60	
	N° 002		12/09/2021	19/09/2021	7	15.1	179.1	14843	82.9	100	82.9		
	N° 003		12/09/2021	10/10/2021	28	15.1	179.1	20855	116.5	100	116.5	115.60	
	N° 004		12/09/2021	10/10/2021	28	15.1	179.1	20539	114.7	100	114.7		
	N° 005												
	N° 006												

ESQUEMA DE FRACTURAS TÍPICAS:

TIPO (1)

TIPO (2)

TIPO (3)

TIPO (4)

TIPO (5)

OBSERVACIONES:

Gráfico de fuerza vs desplazamiento. El eje vertical representa la fuerza en kg/cm² (rango 20.0 a 140.0) y el eje horizontal representa el desplazamiento en mm (rango 0 a 20). Se muestra una curva que comienza en el origen y se eleva casi linealmente hasta aproximadamente 115 kg/cm² a los 15 mm, donde ocurre un punto de inflexión, seguido de una zona de fluencia y una caída final.

Firma: 

Nombre: **ING. ECOSERM S.A.S.**

Cargo: **INGENIERO EN CIVIL**

Fecha (dd/mm/aa): **17/03/20**

LABORATORIO
ECOSERM
LABORATORIO DE ENLACE Y CONCRETOS

REC. JEFE FÁBRICA CASTILLO

ECOSERM BANCAS
LABORATORIO DE ENLACE Y CONCRETOS

REC. JEFE FÁBRICA CASTILLO

Anexo 7



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO f_c = 280 Kg/cm²

Proyecto: "RECRECIMIENTO PRESA DE RELAVES N° 05 A LA COTA 4455 Y OBRAS HIDRAULICAS"

Ubicación: UNIDAD MINERA HUARON, PRESA NRO. 05 - MURO DE SUELO REFORZADO

Diseño	f _c = 280 Kg/cm ²	Fecha	12/09/2021
Relación a/c	0.41	Técnico	J. Cardenas
Relación AF : AG	52 - 48	Volumen de Pruebas (m ³)	1.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3.02	Vol. Agregados :	0.68	Cementante total :	420	kg	9.9	bolsas
M.F. Piedra # 5		Arena	82	%	Puzolana	0	%	
M.F. Piedra # 67	8.72	Piedra # 67	48	%				
M.F. Global	4.80	Piedra # 57	0	%				

Dosificación			100	Propor. en Peso Humedo		Dosif. x Bols. Cem.	Propor. Vol. Hum. (p3)
Fluxcrete 31f	0.80	%	7.50	cc	Cemento V	42.5	kg
				cc	Arena	96	kg
Sikaer	0.044	%	0.44	cc	Piedra	84	kg
				cc		12	L
				kg/m ³		319	cc
						19	cc

MATERIALES	PROCEDECIA	P ESP kg m ³	HUM. %	ABS. %	PEGO SECO kg m ³	VOL	PESO S.S.S. kg m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACIÓN	UNIDAD
Cemento V	Andino	3150	-	-	420	0.1333	420	420	420	kg
Agua		1000	-	-	170	0.1700	195	123	123	L
Arena	Rancas Sacrafamilia	2698	6.53	1.83	952	0.3527	923	966	966	kg
Piedra # 67	Sacrafamilia	2646	1.13	0.83	862	0.3256	836	828	828	kg
Sequimic	Fluxcrete 31f	1070			3.37	0.0032	3.371	3.371	3150	cc
Sika	Sikaer	1010			0.187	0.0002	0.187	0.187	185	cc
Aire					1.50%	0.0150				cc
TOTAL						1.0000	2377	2341		cc

ENSAYOS DE CONTROL

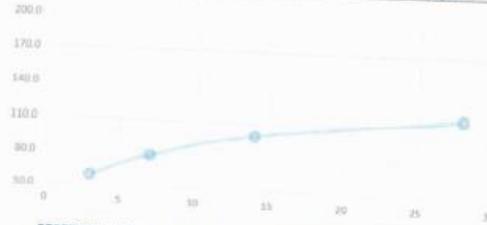
Tara	kg	ACELERANTE	0	cc
Volumen	m ³	P. U. SUELTO DE LA ARENA	(kg/m ³)	1544
Tara + concreto	kg	P. U. SUELTO DE LA PIEDRA	(kg/m ³)	1509

MODIFICACIONES

a/c total	0.41	ml
Reducción		ml
Adición (Reducción) de agua 1	50.0	ml
Adición (Reducción) de agua 2		ml

TEMP. (°C)	Slump (pul)	CONTENIDO DE ARE (%)	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (kg/m ³)	Tiempo de fragua (min)	MUESTREO
Amb. Concr.	6" - 8"	5 ± 0.5	2377	2341	1.015	—	Probetas : 06
							Vigas:

Edad (días)	f _c (kg/cm ²)
3	30000 59
7	40000 79
14	50000 98
28	60000 118



Segregación?	NO
Efervescencia?	NO
Exudación excesiva?	NO
Apariencia	Pastosa
Se muestrearon	06 probetas
Otros:	

OBSERVACIONES

ARENA SHOCRETE - PIEDRA CHANCADA DE 3/4

ECOSERM
RANCAS
TECNICO RESPONSABLE
D. J. CARDENAS CASTILLO
CALLE 170330
RANCAS

ECOSERM
RANCAS
ING. ECOSERM RANCAS

Anexo 8

CONTROL DE ROTURAS DE CONCRETO												
NORMA (ASTM C 39)												
CONCRETO F'c = 280 Kg/cm ²												
REALIZADO POR JCC												
REVISIÓN: 0												
N° DE REPORTE: D-001												
PROYECTO: "RECRCIMIENTO PRESA DE RELAVES N° 05 A LA COTA 4455 Y OBRAS HIDRAULICAS"												
PROPIETARIO: PEVOEX CONTRATISTAS S.A.C												
UBICACIÓN: UNIDAD MINERA HUARÓN, PRESA NRO. 05 - MURO DE SUELO REFORZADO												
Codigo de Diseño	Prueba N°	Extracción	Fecha de Acido	Fecha de Bateria	Edad (días)	Ø (cm)	Área (cm ²)	Letras Días (kg)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Fc Obtenido	Promedio (%)	
D-001	N° 001	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm ² CEMENTO tipo V	12/09/2021	19/09/2021	7	15.1	179.1	40519	226.3	80.8	80.43	
	N° 002		12/09/2021	19/09/2021	7	15.1	179.1	40140	224.1	80.0		
	N° 003		12/09/2021	10/10/2021	28	15.1	179.1	60161	335.9	120.0	118.89	
	N° 004		12/09/2021	10/10/2021	28	15.1	179.1	59086	329.9	117.8		
	N° 005											
	N° 006											

ESQUEMA DE FRACTURAS TÍPICAS:

OBSERVACIONES:

Firma

Nombre

Cargo

Fecha (dd/mm/aa)

LABORATORIO

ECOSERM

ING. JESÚS AGUIRRE CASTILLO

INGENIERO DE INGENIERÍA CIVIL

ING. ECOSERM

ECOSERM

Delva G. S. TORO

ING. CIVIL

ECOSERM

ECOSERM

ING. OSCAR ZELADA

INGENIERO DE INGENIERÍA CIVIL

Anexo 9



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 407 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 118-2021
Fecha de emisión : 2021-08-19

1. Solicitante : EMPRESA COMUNAL DE SERVICIOS MULTIPLES RANCAS

Dirección : AV. LA MINERIA NRO. S.N RANCAS - SIMON BOLIVAR - PASCO

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : FORNEY
Modelo de Prensa : F-205B-CPILOT
Serie de Prensa : 13093
Capacidad de Prensa : 250000 lb

Marca de indicador : FORNEY
Modelo de Indicador : TA-1252
Serie de Indicador : 4912009

Marca de Transductor : NO INDICA
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : 3151229

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. LA MINERIA NRO. S.N. RANCAS - SIMON BOLIVAR - PASCO
18 - AGOSTO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

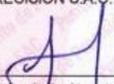
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	13,9	13,9
Humedad %	39	39

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 10



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 407 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf).				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9989	9952	0,11	0,48	9970,5	0,30	0,37
20000	19927	20070	0,37	-0,35	19998,5	0,01	-0,72
30000	30000	30033	0,00	-0,11	30016,5	-0,05	-0,11
40000	40130	40251	-0,33	-0,63	40190,5	-0,47	-0,30
50000	50443	50445	-0,89	-0,89	50444,0	-0,88	0,00
60000	60425	60540	-0,71	-0,90	60482,5	-0,80	-0,19
70000	70573	70457	-0,82	-0,65	70515,0	-0,73	0,17

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9893x + 199,92$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

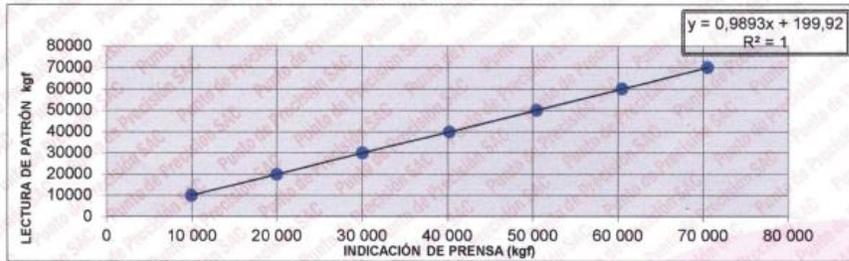
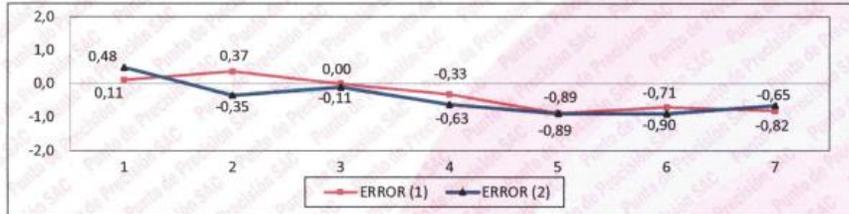


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 11



ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

SOQUIMIC - Soluciones Químicas para la Minería y la Construcción S.A.C.
Planta: Carretera Nueva Panamericana Sur Km 37.2 Sumac Pacha (Puente Anta) Lurín.
Tel: 51 (1) 719 4220 | calidad@soquimic.com

CERTIFICADO DE ANALISIS

DATOS DEL MATERIAL

MATERIAL	FLUIDCON SET 50
LOTE	PE0160921
FECHA DE FABRICACIÓN	SETIEMBRE 2021
FECHA DE VENCIMIENTO	SETIEMBRE 2022

CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS

PARAMETROS	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Aspecto (Visual)	SQM.03.GU.001	Líquido	Conforme
Color (Visual)	SQM.03.GU.001	Café	Conforme
pH	SQM.03.GU.003 (23.0°- 25.0°C)	Min: 7.00 - Max: 9.00	7.00
Densidad	SQM.03.GU.002 (23.0°- 25.0°C)	Min. 1.16 - Max:1.18 g/ml	1.18

EL PRODUCTO CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS

OBSERVACIONES:

- Los datos facilitados solamente reflejan los resultados de los controles realizados sobre una muestra representativa y no eximen al cliente de realizar su control de recepción.
- La empresa no se responsabiliza por el uso inadecuado que se haga del producto y/o de la información suministrada.
- La fecha de vencimiento es de un año en condiciones de almacenamiento normales.
- Este certificado es emitido electrónicamente por el Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad por lo que no requiere firma.

SOQUIMIC SAC: se reserva el derecho de revisar estas especificaciones en cualquier momento, de acuerdo con las características de los productos fabricados.

Anexo 12

CERTIFICADO DE CALIDAD



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto Sika® Cem Acelerante PE.

1. ESTADO PERMISIBLE

Aspecto	: Líquido, transparente tonalidad amarillenta
Densidad (g/cm ³)	: 1.38 +/- 0.01
pH al 10%	: 10.0 +/- 1.0
Sólidos por Desecación (%)	: 44.0 +/- 2.0
Análisis Cualitativo por IR	: Pasa
Fecha de Vencimiento	: 01 año

2. REFERENCIA:

NICC : 1012000
Edición : 3

Atentamente,



Claudia Vargas
Gerente de Laboratorio
Sika Perú S.A.C.

Lurín, Junio de 2021

Formato CC-F 12
Autorizado por: GMS
Fecha: 05/07/13
Edición: 5

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS HOJAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS; CUYAS COPIAS SE ENTREGARÁN A SOLICITUD DEL INTERESADO O A LAS QUE PUEDEN ACCEDER EN INTERNET A TRAVÉS DE NUESTRA PÁGINA WEB WWW.SIKA.COM.PE

SIKA PERU S.A.C.

Habilitación Industrial El Lúcumo Mz. "B" Lote 6, Lurín - L3 Lima - Perú
Telf: +51 1 618 6060 · Fax: +51 1 618 6070 · www.sika.com.pe