

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON
AGREGADOS DE RÍOS Y CANTERAS DE CERRO,
CHOTA, 2018

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Lorena Uriarte Herrera
Bachiller en Ingeniería Civil

Chota, Perú
2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

"Un sueño hecho realidad"

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: **Uriarte Herrera Lorena**

Código del alumno: **2014050157**

Correo electrónico: **herreralorena@gmail.com**

Teléfono: **995692454**

DNI: **73814225**

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DE RÍOS Y CANTERAS DE CERRO, CHOTA, 2018

5. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: **Cieza Sánchez Edwar**

Teléfono: **972698285**

Correo electrónico: **eciezas@unach.edu.com**

D.N.I.: **45795431**

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Lorena Uriarte Herrera
DNI. N° 73814225

Fecha, 05 de agosto de 2021

**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON
AGREGADOS DE RÍOS Y CANTERAS DE CERRO,
CHOTA, 2018**

POR:

**Lorena Uriarte Herrera
Bachiller en Ingeniería Civil**

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de
la Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar
el título de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Luis Fernando Romero Chuquilín
INGENIERO CIVIL
C.P. 15752475

**Msc. Ing. Luis Fernando Romero Chuquilín
PRESIDENTE**



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental de Cajamarca
MIGUEL ANGEL SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
Integrante del Colegio de Ingenieros Nº 157782

**Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
SECRETARIO**



Martha G. Huamán Tanta
Ing. Civil
CP 157480

Mg. Ing. Martha Gladys Huamán Tanta
VOCAL

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos la vida y llenarla de bendiciones.

A mi familia, por estar siempre ahí soportando el avance del proyecto día a día: los nervios, el estrés y las alegrías al ver los resultados.

A la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, por intermedio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por permitirnos el ingreso al Laboratorio de Ensayo de Materiales para realizar los ensayos especificados en esta investigación.

A mi asesor, Ingeniero Edwar Cieza Sánchez, por sus conocimientos, orientación y apoyo brindado para terminar esta investigación.

Al Ingeniero Dante Hartman Cieza León, por el conocimiento aportado durante la ejecución de esta investigación.

A las amistades y personas cercanas que ayudaron a que esta investigación se desarrollara de la mejor manera.

Gracias!

DEDICATORIA

A mis padres

Jaime Uriarte y María Herrera, por su incansable esfuerzo, sacrificio y apoyo para seguir adelante y cumplir mis metas.

A mis abuelitos

Celinda Núñez por su cariño, cuidado y apoyo brindado; y en memoria de mi abuelito Rogerio Herrera quien fue y será mi inspiración y ejemplo a seguir.

A mis tíos

Fredesvinda, Filadelfio, Elva, Víctor, Humberto y Luis Alberto por estar ahí cuando más los necesitaba y al tío Fernando, aunque ya no se encuentre con nosotros, siempre lo recordaremos con cariño.

A mis primos

Olinda, Wilmer, Katerine, Christiann, Humberto, Araceli, Luis Fernando, Víctor, Fernando, Alex y Arturo con quienes eh compartido gran parte de mi vida

A mis sobrinos

Judith, Judith del Milagro, Estefany, Jhonnathan, Danna, Lian, Antoni, Andy y Fernanda por ser esas chispitas que llenan de alegría mis días.

Lorena

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Bases conceptuales.....	7
2.2.1. Concreto	7
a) Definición	7
b) Características del concreto en estado fresco.....	7
c) Características del concreto en estado endurecido.....	9
d) Economía del concreto.....	10
2.2.2. Cemento portland	10
a) Definición	10
b) Composición.....	10
c) Tipo de cemento a utilizar	11
2.2.3. Cantera	11
a) Cantera de cerro.....	11
b) Cantera de río.....	11
2.2.4. Agregados	11
a) Definición	11
b) Clasificación.....	12
c) Propiedades físicas	18
d) Propiedades mecánicas	24
2.2.5. Agua	25
2.2.6. Normatividad	25
a) Método del comité ACI 211	25
b) RNE (Norma E.060). Concreto Armado.....	29
III. MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1. Ámbito de estudio	30
3.1.1 Ubicación de lugares de estudio.....	30
3.1.2. Materiales.....	31

a)	Agregados	31
b)	Cemento	35
c)	Agua	35
3.2	Diseño de investigación.....	35
3.2.1.	Tipo de investigación.....	35
3.3	Población y muestra	37
3.3.1.	Población	37
a)	Canteras de cerro.....	37
b)	Canteras de río.....	37
3.3.2.	Muestra.....	37
3.4	Operacionalización de variables.....	38
3.4.1.	Variable independiente e indicadores.....	38
a)	Variables.....	38
b)	Indicadores	38
3.4.2.	Variable dependiente e indicadores.....	39
a)	Variables.....	39
b)	Indicadores	39
3.5	Descripción de la metodología	40
3.5.1.	Obtención de agregados	40
3.5.2.	Análisis de propiedades de los agregados	40
a)	Extracción y preparación de las muestras (NTP 400.010 - ASTM D75) 40	
b)	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012 - ASTM C 136)	41
c)	Densidad de masa y los vacíos en los agregados (NTP 400.017 - ASTM C 29).....	43
d)	Materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado N° 200 por lavado en agregados (NTP 400.018 - ASTM C 117).....	44
e)	Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión (NTP 400.019 - ASTM C131)	45
f)	Densidad relativa y absorción del agregado grueso (NTP 400.021 - ASTM C 127).....	47
g)	Densidad relativa y absorción del agregado fino (NTP 400.022 - ASTM C 128).....	48
h)	Humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185 - ASTM C 566).....	50
i)	Abundamiento	51
3.5.3.	Elaboración de diseños de mezcla	51
a)	Determinación del f'_{cr}	51

b)	Obtención del tamaño máximo nominal.....	52
c)	Elección del asentamiento (Slump).....	52
d)	Determinación del contenido de aire.....	52
e)	Volumen unitario de agua	52
f)	Obtención de la relación a/c.....	52
g)	Cantidad del agregado grueso.....	52
h)	Cantidad de agregado fino	53
i)	Corrección del peso de los agregados por humedad	53
3.5.4.	Preparación y curado de especímenes.....	53
a)	Mezclado de materiales	53
b)	Ensayo para determinar la temperatura en mezclas de concreto (NTP 339.184 - ASTM C94)	53
c)	Ensayo para la medición de la consistencia del concreto de cemento Portland (NTP 339.035 - ASTM C 143)	54
d)	Ensayo para determinar la densidad (peso unitario) del concreto fresco (NTP 339.046 - ASTM C 138).....	55
e)	Ensayo para determinar el contenido de aire del concreto mediante método por presión (NTP 339.083 - ASTM C 231)	56
f)	Elaboración de probetas (NTP 339.183 - ASTM C 192)	58
g)	Curado de especímenes	59
3.5.5.	Rotura de especímenes de concreto	59
3.5.6.	Análisis de costos.....	62
3.6	Procesamiento y análisis de datos	62
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1.	Descripción de los materiales.....	63
4.1.1.	Agregados	63
4.1.2.	Cemento	63
4.1.3.	Agua	63
4.2.	Análisis de las propiedades físicas y mecánicas	63
4.2.1.	Cantera Conchán	63
4.2.2.	Cantera San Juan del Suro	65
4.2.3.	Cantera Los Reyes.....	66
4.2.4.	Cantera río Doña Ana.....	68
4.2.5.	Cantera río Chotano	71
4.3.	Cantidad de materiales diseños de mezcla.....	74
4.4.	Análisis de las características del concreto fresco.....	74
4.5.	Análisis de las características del concreto endurecido.....	75

4.5.1.	Presentación de resultados obtenidos para diseños de resistencia a la compresión de 175 kg/cm ²	75
4.5.2.	Presentación de resultados obtenidos para diseños de resistencia a la compresión de 175 kg/cm ²	76
4.5.3.	Análisis de especímenes ensayados a compresión	77
4.6.	Comparación de cantidades de materiales según tipo de agregado.....	78
4.7.	Análisis de precios unitarios para 1m ³ de concreto.....	79
4.8.	Comparación de cantidades de diseño, costo y resistencia	80
4.9.	Optimización de resistencia a la compresión para diseños de 175 y 210 kg/cm ² , Ley de Powers	81
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1.	Conclusiones	83
5.2.	Recomendaciones	86
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	ANEXOS	90
A.	Ubicación de canteras en estudio.....	90
B.	Propiedades físico - mecánicas de agregados de cerro	91
C.	Propiedades físico - mecánicas de agregados de río	112
D.	Diseños de mezcla	141
E.	Características del concreto en estado fresco.....	149
F.	Propiedades mecánicas del concreto.....	153
G.	Análisis de costos.....	161
H.	Optimización de la relación a/c	165
I.	Diseños de mezcla según nuevas relaciones a/c.....	169
J.	Análisis de costos según nuevas relaciones a/c	177
K.	Ficha técnica de cemento Pacasmayo Portland Tipo I	181
L.	Panel fotográfico	182
M.	Matriz de consistencia.....	197

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de los agregados según la forma de sus partículas	12
Tabla 2	Clasificación de los agregados según la textura de sus partículas.....	12
Tabla 3	Tamices utilizados para análisis granulométrico	13
Tabla 4	Requerimiento granulométricos para agregado fino	14
Tabla 5	Parámetros máximos de sustancias nocivas en el agregado fino para concreto	14
Tabla 6	Parámetros máximos de sustancias nocivas en el agregado grueso para concreto	15
Tabla 7	Husos granulométricos para agregado grueso	17
Tabla 8	Resistencias a la degradación en agregados gruesos.....	24
Tabla 9	Resistencia promedio para diseños.....	25
Tabla 10	Elección de asentamiento.....	26
Tabla 11	Porcentaje de aire atrapado según características del agregado.....	26
Tabla 12	Cantidad de agua en litros por m ³	27
Tabla 13	Relación a/c por resistencia promedio.....	27
Tabla 14	Factor de volumen del agregado según módulos de finura por m ³ de concreto	28
Tabla 15	Cantidad de especímenes elaborados	37
Tabla 16	Operacionalización de variables	38
Tabla 17	Cantidad de agregado para muestreo	41
Tabla 18	Cantidades de muestra para análisis granulométrico del agregado grueso o global	42
Tabla 19	Capacidad del recipiente según tamaño de agregado.....	43
Tabla 20	Tamaño de muestra para ensayo de materiales más finos que pasan por el tamiz 75 um	45
Tabla 21	Carga Abrasiva	46
Tabla 22	Cantidad de muestras para realizar el ensayo de resistencia a la degradación por abrasión.....	46
Tabla 23	Cantidad de muestra para el ensayo de densidad relativa	47
Tabla 24	Cantidad de muestra para el ensayo de contenido de humedad.....	50
Tabla 25	Características de almohadillas de policloropreno	60
Tabla 26	Tolerancia permisible para rotura de especímenes según edad	61
Tabla 27	Propiedades físicas del agregado fino - Cantera Conchán.....	64
Tabla 28	Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro.....	65

Tabla 29 Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera Los Reyes.....	67
Tabla 30 Propiedades físicas del agregado fino - Cantera río Doña Ana.....	68
Tabla 31 Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera río Doña Ana.....	70
Tabla 32 Propiedades físicas del agregado fino - Cantera río Chotano	71
Tabla 33 Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera río Chotano	73
Tabla 34 Cantidad de materiales para diseños de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	74
Tabla 35 Cantidad de materiales para diseños de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	74
Tabla 36 Propiedades del concreto fresco para diseños $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	74
Tabla 37 Propiedades del concreto fresco para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	75
Tabla 38 Resultados conseguidos para diseños $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ - según edad	75
Tabla 39 Resultados conseguidos para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - según edad.	76
Tabla 40 Comparación de cantidades según tipo de agregado, resistencia y densidad en estado fresco para diseños de 175 kg/cm^2	78
Tabla 41 Comparación de cantidades según tipo de agregado, resistencia y densidad en estado fresco para diseños de 210 kg/cm^2	78
Tabla 42 Costos unitarios según canteras para diseños de 175 kg/cm^2	79
Tabla 43 Costos unitarios según canteras para diseños de 210 kg/cm^2	79
Tabla 44 Cantidades, costo y resistencia para diseños $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	80
Tabla 45 Cantidades, costo y resistencia para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	80
Tabla 46 Resultados de la Ley de Powers (175 kg/cm^2).....	81
Tabla 47 Nuevos valores de diseños de mezcla (175 kg/cm^2).....	81
Tabla 48 Costos unitarios según canteras para diseños de 175 kg/cm^2 , ajustados por la Ley de Powers.....	81
Tabla 49 Resultados de la Ley de Powers (210 kg/cm^2).....	82
Tabla 50 Nuevos valores de diseños de mezcla (210 kg/cm^2).....	82
Tabla 51 Costos unitarios según canteras para diseños de 210 kg/cm^2 , ajustados por la Ley de Powers.....	82
Tabla 52 Análisis granulométrico - Cantera Conchán - E1	91
Tabla 53 Análisis granulométrico - Cantera Conchán - E2	92
Tabla 54 Análisis granulométrico - Cantera Conchán - E3	93
Tabla 55 Densidad relativa y absorción del agregado fino - Cantera Conchán.....	94
Tabla 56 Densidad de masa y porcentaje de vacíos del agregado fino - Cantera Conchán.....	95

Tabla 57 Porcentaje de materiales más finos que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino - Cantera Conchán	96
Tabla 58 Porcentaje de humedad total evaporable del agregado fino - Cantera Conchán.....	96
Tabla 59 Abundamiento del agregado fino - Cantera Conchán	97
Tabla 60 Análisis granulométrico - Cantera San Juan del Suro - E1	98
Tabla 61 Análisis granulométrico - Cantera San Juan del Suro - E2.....	99
Tabla 62 Análisis granulométrico - Cantera San Juan del Suro - E3.....	100
Tabla 63 Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro	101
Tabla 64 Densidad de masa y porcentaje de vacíos del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro	102
Tabla 65 Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - San Juan del Suro	103
Tabla 66 Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - San Juan del Suro.....	103
Tabla 67 Resistencia mecánicas del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro	104
Tabla 68 Análisis granulométrico - Cantera Los Reyes - E1.....	105
Tabla 69 Análisis granulométrico - Cantera Los Reyes - E2.....	106
Tabla 70 Análisis granulométrico - Cantera Los Reyes - E3.....	107
Tabla 71 Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera Los Reyes	108
Tabla 72 Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado grueso - Cantera Los Reyes	109
Tabla 73 Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - Cantera Los Reyes	110
Tabla 74 Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - Cantera Los Reyes	110
Tabla 75 Resistencia mecánicas del agregado grueso - Cantera Los Reyes	111
Tabla 76 Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Doña Ana - E1	112
Tabla 77 Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Doña Ana - E2	113
Tabla 78 Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Doña Ana - E3	114
Tabla 79 Densidad relativa y absorción del agregado fino - Cantera río Doña Ana	115
Tabla 80 Densidad de masa y porcentaje de vacíos del agregado fino - Cantera río Doña Ana	116

Tabla 81 Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado fino - Cantera río Doña Ana	117
Tabla 82 Porcentaje de humedad total evaporable del agregado fino - Cantera río Doña Ana	117
Tabla 83 Abundamiento del agregado fino - Cantera río Doña Ana	118
Tabla 84 Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E1119	
Tabla 85 Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E2120	
Tabla 86 Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E3121	
Tabla 87 Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera río Doña Ana	122
Tabla 88 Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado grueso - Cantera río Doña Ana	123
Tabla 89 Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - Cantera río Doña Ana	124
Tabla 90 Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - Cantera río Doña Ana	124
Tabla 91 Resistencia mecánicas del agregado grueso - Cantera río Doña Ana ...	125
Tabla 92 Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Chotano - E1	126
Tabla 93 Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Chotano - E2	127
Tabla 94 Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Chotano - E3	128
Tabla 95 Densidad relativa y absorción del agregado fino - Cantera río Chotano	129
Tabla 96 Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado fino - Cantera río Chotano	130
Tabla 97 Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado fino - Cantera río Chotano	131
Tabla 98 Porcentaje de humedad total evaporable del agregado fino - Cantera río Chotano	131
Tabla 99 Abundamiento del agregado fino - Cantera río Chotano	132
Tabla 100 Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Chotano - E1	133
Tabla 101 Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Chotano - E2	134
Tabla 102 Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Chotano - E3	135
Tabla 103 Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera río Chotano	136
Tabla 104 Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado grueso - Cantera río Chotano	137
Tabla 105 Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - Cantera río Chotano	138

Tabla 106 Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - Cantera río Chotano	138
Tabla 107 Resistencia mecánica del agregado grueso - Cantera río Chotano	139
Tabla 108 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC210 - 1	153
Tabla 109 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC175 - 1	154
Tabla 110 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR175 - 2	155
Tabla 111 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR210 - 2	156
Tabla 112 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR210 - 1	157
Tabla 113 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR175 - 1	158
Tabla 114 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC210 - 1	159
Tabla 115 Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC175 - 2	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Localización de los distritos donde se ubican las canteras de estudio.	30
Figura 2	Vista satelital de ruta a cantera de cerro - Conchán.....	31
Figura 3	Vista satelital de ruta a cantera de cerro - San Juan del Suro	32
Figura 4	Vista satelital de ruta a cantera de cerro - Los Reyes.....	33
Figura 5	Vista satelital de ruta a cantera de río - Chotano	34
Figura 6	Vista satelital de ruta a cantera de río - Doña Ana.....	35
Figura 7	Estructura del trabajo de investigación	36
Figura 8	Cámara de aire vertical para ensayo de contenido de aire	57
Figura 9	Anillos de retención y placa base para ensayo a compresión.....	60
Figura 10	Tipo de fractura	61
Figura 11	Curvas granulométricas para agregado fino - Cantera Conchán	63
Figura 12	Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro	65
Figura 13	Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera Los Reyes	66
Figura 14	Curvas granulométricas del agregado fino - Cantera Doña Ana.....	68
Figura 15	Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera río Doña Ana .	69
Figura 16	Curvas granulométricas del agregado fino - Cantera río Chotano.....	71
Figura 17	Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera río Chotano....	72
Figura 18	Resistencia a la compresión de concretos $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	76
Figura 19	Resistencia a la compresión de concretos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	77
Figura 20	Distribución granulométrica - Cantera Conchán - E1	91
Figura 21	Distribución granulométrica - Cantera Conchán - E2	92
Figura 22	Distribución granulométrica - Cantera Conchán - E3	93
Figura 23	Abundamiento vs. Contenido de humedad - Cantera Conchán	97
Figura 24	Distribución granulométrica - Cantera San Juan del Suro - E1.....	98
Figura 25	Distribución granulométrica - Cantera San Juan del Suro - E2.....	99
Figura 26	Distribución granulométrica - Cantera San Juan del Suro - E3.....	100
Figura 27	Distribución granulométrica - Cantera Los Reyes - E1.....	105
Figura 28	Distribución granulométrica - Cantera Los Reyes - E2.....	106
Figura 29	Distribución granulométrica - Cantera Los Reyes - E3.....	107
Figura 30	Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Doña Ana - E1	112
Figura 31	Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Doña Ana - E2	113

Figura 32 Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Doña Ana - E3	114
Figura 33 Abundamiento vs. Contenido de humedad - Cantera río Doña Ana	118
Figura 34 Distribución granulométrica agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E1.....	119
Figura 35 Distribución granulométrica agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E2.....	120
Figura 36 Distribución granulométrica agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E3.....	121
Figura 37 Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Chotano - E1	126
Figura 38 Distribución granulométrica del agregado fino - Cantera río Chotano - E2	127
Figura 39 Distribución granulométrica del agregado fino - Cantera río Chotano - E3	128
Figura 40 Abundamiento vs. Contenido de humedad - Cantera río Chotano	132
Figura 41 Distribución granulométrica del agregado grueso - Cantera río Chotano - E1.....	133
Figura 42 Distribución granulométrica del agregado grueso - Cantera río Chotano - E2.....	134
Figura 43 Distribución granulométrica del agregado grueso - Cantera río Chotano - E3.....	135
Figura 44 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC210 - 1	153
Figura 45 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC175 - 1	154
Figura 46 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR175 - 2	155
Figura 47 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR210 - 2	156
Figura 48 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR210 - 1	157
Figura 49 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR175 - 1	158
Figura 50 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC210 - 2	159
Figura 51 Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC175 - 2	160

RESUMEN

Este trabajo de investigación consistió en hacer una evaluación comparativa entre los concretos elaborados con canteras de cerro (Conchán, San Juan del Suro y Los Reyes) y canteras de río (Chotano y Doña Ana), esto enfocado para diseños con $f'c = 175$ y 210 kg/cm^2 , para esto se analizó las características de los agregados tanto de cerro como de río. La determinación de cantidades según el tipo de agregado y resistencia se realizó mediante la metodología del comité 211 del ACI, culminado la elaboración de las probetas se realizó el curado y finalmente se realizó los ensayos de resistencia mecánica a las edades de 7, 14 y 28 días. Al analizar los resultados de los ensayos a compresión se determinó que el concreto elaborado con agregados del río Chotano cumplen con los parámetros de resistencia, además se concluye que los agregados en su mayoría no cumplen con la NTP 400.037 y esto resulta desfavorable para la resistencia del concreto, por esto, se recomienda la utilización de los agregados de cerro teniendo en cuenta las respectivas correcciones en el diseño de mezcla para obtener concretos con resistencias requeridas.

Palabras claves: Agregados, cantera de río, cantera de cerro, concreto.

ABSTRACT

This research work consisted of making a comparative evaluation between the concretes made with hill quarries (Conchán, San Juan del Suro and Los Reyes) and river quarries (Chotano and Doña Ana), this focused on designs with $f'c = 175$ and 210 kg / cm^2 , for this the characteristics of the aggregates of both the hill and the river were analyzed. The determination of quantities according to the type of aggregate and resistance was carried out using the methodology of ACI committee 211, when the test tubes were finished, the curing was carried out and finally the mechanical resistance tests were carried out at ages 7, 14 and 28 days. When analyzing the results of the compression tests, it was determined that the concrete made with aggregates from the Chotano River comply with the resistance parameters, it is also concluded that the aggregates mostly do not comply with the NTP 400.037 and this is unfavorable for the resistance of the for this reason, the use of hill aggregates is recommended, taking into account the respective corrections in the mix design to obtain concrete with the required strengths.

Keywords: Aggregates, river quarry, hill quarry, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto es un material versátil, y debido a que se encuentra en todo tipo de construcción su demanda ha aumentado, generando así un incremento en la extracción de agregados, la producción de cemento y el consumo de agua.

Ottazzi (2011) menciona que las cantidades aproximadas de una mezcla típica de concreto son cerca del 12% de cemento, 8% de agua y el 80% de agregados y por ende resulta que la industria del concreto consume anualmente alrededor de 9000 millones de toneladas de agregados (finos y gruesos) y 900 millones de toneladas de agua para el mezclado. (p. 1)

Los agregados deben de analizarse minuciosamente su composición mineralógica, forma, textura, ya que estos varían de un lugar a otro, incluso puede haber variaciones en la misma. Alvarado recomienda que todo dato obtenido debe ser analizado ya que cada material tiene diferente comportamiento. (2010, p. 1)

En algunos países como Guatemala, Bolivia y Ecuador, existe la escasez de agregado para la construcción de obras, debido a la lejanía de las canteras, debido a esto utilizan agregado de río empíricamente sin un sustento técnico, utilizando los mismos diseños de mezcla y así construyendo obras inseguras ante sismos y a su mismo peso.

En Perú existen variedad de canteras de agregado las que son utilizados irracionalmente siendo estas contenedoras de material de buena calidad y otros de mala calidad los que son utilizadas sin hacer estudios, los cuales muchas veces no cumplen con los requerimientos mínimos para la elaboración de concreto, por esto es de suma importancia analizar sus propiedades de las canteras y así lograr para obtener concretos resistentes y duraderos.

En la provincia de Chota el crecimiento en el ámbito de la construcción de obras públicas y privadas de concreto ha conllevado a la búsqueda de materia prima para lograr satisfacer la demanda de los materiales para la elaboración de estas; es por esto que la explotación de cantera de cerro es escasa en época de lluvias, su precio se eleva y la disminución por sobreexplotación ha llevado al consumidor a reemplazarla por agregado de cantera de río sin tener en cuenta las variaciones en el diseño de mezcla, debido a que sus características no son las mismas y lo que menos se ha tenido en consideración es la importancia que estos tienen el comportamiento del concreto endurecido.

Ante la problemática presentada se formuló la siguiente interrogante general: ¿Cuáles son los resultados de la evaluación del concreto elaborado con agregados de ríos y canteras de cerro en la provincia de Chota?, por lo tanto, se logró demostrar la hipótesis de que: El concreto elaborado con agregados de ríos es mejor técnica y económicamente concreto elaborado con agregados de cantera de cerro. Además, se formuló la interrogante específica: ¿Las propiedades físico - mecánicas de los agregados de ríos y canteras de cerro para la elaboración de concreto en la provincia de Chota, cumplirán con la normativa vigente?, ante esta interrogante se logró demostrar que: Para el caso de la propiedades físicas de los agregados analizados para la elaboración de concretos, no cumplen en su totalidad con la normativa mientras que las propiedades mecánicas si cumple con los parámetros según normativa.

Este trabajo se desarrolló con el propósito de analizar las naturalidades de los agregados provenientes de cerros y ríos de la provincia de Chota, y ver su comportamiento de estos en las características del concreto endurecido; ya que estos materiales vienen siendo utilizados en diversas construcciones dentro y fuera de esta provincia. Además, se quiere demostrar si las propiedades de los agregados extraídos de río y canteras de cerro cumplen con los parámetros necesarias para la elaboración del

concreto asimismo hacer un análisis comparativo para lograr determinar cuál de las canteras analizadas es la más óptima para utilizarla en las construcciones.

Esta tesis es de mucha importancia ya que permite la formación de conocimientos importantes que serán utilizados en favor de los estudiantes, ingenieros civiles, constructores y demás interesados; con el fin de utilizarla en otras investigaciones y en el sector de la construcción.

El objetivo del presente trabajo experimental radica en: Evaluar el concreto elaborado con agregados de ríos y canteras de cerro para resistencias de 175 y 210 kg/cm², además se tienen tres objetivos específicos: El primero consistió en analizar las propiedades físico - mecánicas de los agregados de ríos y canteras de cerro para elaboración de concreto en la provincia de Chota, el segundo se resumió en evaluar la influencia de las propiedades de los agregados en concretos diseñados para $f'c = 175$ y 210 kg/cm² y como tercero consistió en analizar comparativamente las propiedades de los agregados según costo, alcance y calidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Calderón Cañar E. (2015). Esta tesis es fundamental ya que nos informa que a nivel internacional se tiene el problema de las construcciones empíricas en obras civiles y viales, debido a materiales originarios de río utilizados para la elaboración de concreto, y que esto conlleva a la construcción de obras inseguras ante la presencia de sismos y a su propia carga.

En esta tesis se elaboró dos diseños de concreto asegurando su resistencia, economía, entre otras. Para esto se elaboraron diseños para concretos con $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 , utilizando la metodología del Instituto American Concrete Institute (ACI) y O' Reilly, determinando las principales propiedades de los agregados pétreos proveniente del río Chanchan.

Comenta además que la metodología de O' Reilly no muestra alguna superioridad al ser comprado con la metodología ACI, obteniendo como aspectos principales de evaluación el de diseño de mezclas, tiempo de elaboración y economía, en tanto menciona que con la metodología ACI se puede elaborar concretos con agregados procedentes del río Chanchan sin clasificarlos en agregados finos y gruesos, los cuales cumplen con los requerimientos mínimos.

Soto Solares R. (2008). Esta tesis es de importancia, ya que nos caracteriza concretos preparados con diferentes tipos de agregado grueso utilizando las mismas cantidades, propiedades y agregado fino con la finalidad de comparar el concreto elaborado con agregados pétreos como cantos rodados y agregados gruesos triturados y además escoria de acero de origen de la empresa siderúrgica de Guatemala.

Esta investigación aporta su conclusión que se puede utilizar los tres tipos de agregado, pero teniendo en cuenta la utilización limitada del tercer agregado, por lo que concluye que las características obtenidas del

concreto en estado endurecido varían a causa de las propiedades del agregado y además en función de la pasta.

Portella Moreno P. P. & Simón Rodríguez C. M. (2011). Esta tesis es importante ya que analiza concretos de resistencias estándar (140, 175 y 210 kg/cm²), para esto reemplaza el agregado grueso triturado, por agregado grueso canto rodado extraído de las márgenes del río Santa, examinando sus características tanto físicas como mecánicas. Donde las cantidades para cada diseño de mezcla se obtuvieron mediante la metodología ACI (Comité 211).

En este trabajo de investigación se llega a la conclusión que es posible obtener concretos que alcancen las resistencias requeridas empleando agregado grueso canto rodado.

Benites Montalvo D. E. (2014). Esta investigación es de vital importancia ya que analiza las propiedades físico - mecánicas y su valor que tiene los agregados en él, en esta tesis nos menciona que su principal objetivo es determinar el factor de modificación del concreto (λ) empleando agregados procedentes de canteras de río, en el distrito de Pongos, provincia de Huari, Departamento de Ancash, para esto se elaboró 360 probetas con características como sin curado, curado por inmersión y curado por aspersión hasta la fecha de la prueba.

En esta tesis se consigue demostrar que tanto el agregado partido como el canto rodado presentan similares porcentajes de humedad total evaporable, porcentajes de absorción y densidad relativa; pero a diferencia en la resistencia la piedra partida tiene una mayor resistencia en el concreto, aunque es más costosa que la utilización del canto rodado.

Román Condorhuaca T. Y. & Pillpinto Butrón D. N. (2016). Esta investigación se inicia con la problemática de la elaboración de concretos con resistencias a la compresión de 210 kg/cm² con agregado hormigón

(conformado por cantos rodados y materiales finos) de manera experimental y técnica separándolos en agregados gruesos y finos, para realizar este estudio se hicieron ensayos de las propiedades físico - mecánicas según normatividad de la American Society for Testing and Materials (ASTM) C - 33 y además verificar si los álveos cumplen con parámetros establecidos según norma. En esta tesis se demostró que los concretos ensayados a compresión a la edad de 28 días no consiguen llegar a una resistencia mecánica de 210 kg/cm².

Torres Ríos K. J. (2015). Esta tesis no solo utiliza a los agregados gruesos de río, sino que también utiliza agregado fino, para los cuales se tuvieron que estudiar sus propiedades físico - mecánicas de acuerdo a ASTM C-33 o Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037.

La autora llega a la conclusión que los especímenes ensayadas a los de 7 días de edad (elaborados con agregados procedentes de cerro), lograron obtener una mayor resistencia que los especímenes elaboradas con agregado procedentes de río. Pero, a la edad de 28 días los especímenes elaborados con agregado procedentes de río consiguen desarrollar mayor resistencia. Además, concluye que los agregados analizados no cumplen a cabalidad con los parámetros establecidos por la norma y por lo tanto esto es perjudicial para la resistencia del concreto.

Morales Castro D. M. (2017). Esta tesis nos menciona que es de suma importancia el estudio de las propiedades del agregado grueso, principalmente la distribución granulométrica (tamaño máximo nominal), ya que esta propiedad determina la cantidad de agua inicial para el diseño y en consecuencia determina el total de cemento que se necesitaría.

Este estudio concluye que el concreto elaborado con agregado grueso de con tamaño máximo nominal de 1/2" alcanzo a la edad de 28 días una resistencia a la compresión de 285.50 kg/cm² y los concretos elaborados

con agregados de tamaño máximo nominal de 1" se logró obtener una resistencia de 255.33 kg/cm², reduciendo así su resistencia. Por lo que este trabajo tiene como conclusión que la disminución del tamaño máximo nominal ayuda a mejorar la resistencia a compresión del concreto.

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Concreto

a) Definición

Es un material de construcción, formado por una mezcla de agua, arena, piedra, cemento y aditivos, que al fraguar endurece. (Barzola, 2015, p.3)

Según Pasquel (1998) indica que el concreto inicialmente presenta un contextura plástica y moldeable, que al pasar el tiempo adquiere una consistencia rígida, por lo antes mencionado concluye que este es un material idóneo para la construcción. (p. 11)

b) Características del concreto en estado fresco

• Consistencia

Propiedad que mide la fluidez de la mezcla; es por esto que mientras más húmeda es la mezcla, mayor facilidad para su colocación.

Además, Rivva (2000) menciona:

La consistencia de una mezcla equivale a decir el asentamiento de la misma, y se tiene que cuando más pequeño es el asentamiento, las mezclas son secas y a mayores asentamientos se tiene mezclas más fluidas. (p. 208)

Según Rivva (2014, p. 32) menciona que tomando las ideas la Norma Alemana y los criterios norteamericanos y haciendo una correlación, considera que se tendrán los siguientes tipos de mezclas:

- Secas: Asentamientos de 1" - 2"
- Plásticas: Asentamientos de 3" - 4"
- Fluidas: Asentamientos de 6" - 7"

Importancia del agregado

La textura, limpieza o composición de los agregados influyen en la consistencia debido a que pueden disminuir o aumentar el agua de mezcla.

Importancia de la granulometría

Para tener un asentamiento adecuado es necesario que los agregados estén bien graduados, además esta propiedad tiene relación directa con la superficie específica y mientras más elevada mayor efecto tiene, obligando así a incrementar el requerimiento de cemento a consecuencia del aumento de agua.

• Trabajabilidad

Para Rivva, el término trabajabilidad en el concreto no tiene específicamente una definición ya que agrupa a muchas propiedades diferentes entre sí como el asentamiento, adherencia interna de partículas, el direccionamiento a la homogeneidad, la plasticidad, y tixotropía. (2008, p. 8)

La trabajabilidad será mayor cuando la mezcla admita más agua, tenga mayor cantidad de finos, agregados de forma redondeada, más cemento y cuando se coloca aditivos.

• Contenido de aire

En 2000, Rivva menciona que los agregados finos y gruesos sucios, los agregados que presentan porcentajes elevados de materiales más finos que pasan por que el tamiz N° 200 alteran el contenido de aire generando así la utilización de aditivos. (p.202)

• Densidad de masa

Es la relación que existe entre el volumen de sólidos y el volumen total de la unidad. Por lo que se puede decir también que es la cantidad de

material sólido que se encuentra en un volumen determinado de concreto. (Rivva, 2000, p. 213)

Densidad (**Peso unitario**) (NTP 339.046 - ASTM C 138)

Para calcular la densidad D , se deberá calcular la masa del recipiente llena del concreto M_c , a esta se le disminuirá la masa del recipiente M_m y finalmente el resultado se dividirá con el volumen del recipiente de medida, V_m como se muestra:

$$D = (M_c - M_m) / V_m \quad (1)$$

- **Temperatura**

Es importante tener en cuenta la temperatura de los agregados ya que al conformar la mayor parte de la mezcla puede tener un efecto sobre esta. (Rivva, 2000, p. 214)

c) Características del concreto en estado endurecido

- **Resistencia**

Es un índice que se tiene para medir el máximo esfuerzo que soporta un material antes de romperse. De hecho, Rivva (2014) menciona:

Los elementos que pueden influir en la resistencia final son: la limpieza, granulometría, el perfil y la textura de los agregados; además las características que presenta el cemento. (p. 34)

- **Ley de Powers** (Abanto, 2009, p. 58)

La propiedad mecánica del concreto está dada por el grado de hidratación del cemento, la relación gel/espacio y por la relación agua cemento. Es decir:

$$S = 2380x^3; \text{ siendo } x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c} \quad (2)$$

Donde:

S = Resistencia del concreto a los 28 días, expresado en kg/cm².

x = relación gel/espacio

α = grado de hidratación del cemento

a/c = relación agua - cemento

d) Economía del concreto

Se dice que un concreto es económico cuando se logra obtener la mejor combinación entre los agregados disponibles de preferencia cerca, agua, la menor cantidad de cemento y cuando es necesario el uso de aditivos; para así formar una unidad de volumen de concreto. Buscando así mezclas trabajables y que al paso de tiempo se conviertan en concretos resistentes y duraderos. Rivera afirma lo siguiente:

Al variar las cantidades de mezcla y seleccionando los materiales más convenientes, es factible conseguir un concreto económico y además que cumpla con los parámetros de consistencia, resistencia y durabilidad necesarias según las especificaciones que se requiera para cada tipo de obra.

Los factores que influyen en la economía son: gradación, forma y textura superficial de los agregados, trabajabilidad de la pasta, distribución granulométrica del agregado grueso y el porcentaje del agregado del agregado general. (pp. 105-106)

2.2.2. Cemento portland

a) Definición

Oré (2014) define al cemento como un material molido que reacciona con el agua, capaz de endurecer y formar compuestos sólidos. (p. 12)

b) Composición

Según (Abanto, 2009, p. 16) el cemento está conformado por muchos compuestos, por esto es difícil asignarle una sola fórmula química. Menciona además que alrededor del 90% del cemento está conformado por cuatro compuestos, los cuales son:

- Silicato tricálcico (Alita) $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{C}_3\text{S}$

- Silicato dicálcico (Belita) $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ - C_2S
- Aluminato tricálcico $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ - C_3A
- Aluminio ferrita tricálcica (Celita) $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ - C_4AF

c) Tipo de cemento a utilizar

Para esta investigación se utilizó el cemento portland TIPO I de marca Pacasmayo el cual es obtenido de la pulverización conjunta de clinker, yeso y caliza en pequeñas cantidades. (2018, p.1)

2.2.3. Cantera

Explotación minera, hechas a tajo abierto, para la obtención de los minerales y rocas empleadas en construcción. Las rocas encontradas mayormente en las canteras son: mármoles, granitos, calizas, travertinos y pizarras. (DiccionArqui, 2016)

a) Cantera de cerro

Generalmente son de menor dureza que los de río debido a que se encuentran en formaciones rocosa o montañas, sus propiedades varían según la geología de cada lugar y se explotan haciendo corte o excavaciones.

b) Cantera de río

Los agregados presentan mayor dureza debido al continuo paso y transporte del agua que los desgasta dándole como característica típica los bordes redondeados, su explotación se hace mediante cargadores y palas mecánicas en las riveras y cauces de los ríos

2.2.4. Agregados

a) Definición

Es un compuesto de partículas, ya sean de origen natural o artificial, cuyos parámetros están señalados en la (NTP 400.037, 2018, p. 6), se les llama también áridos. De acuerdo a Gonzales (2015), los agregados deben estar limpios de material orgánico, polvo o arcilla, redondeadas, si $f'c > 300 \text{ kg/cm}^2$ prefíerese a formas cubicas y angulosas. (p. 22)

b) Clasificación

Por la forma

Tabla 1

Clasificación de los agregados según la forma de sus partículas

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Completamente desgastada por el agua o fricción	Grava de río o playa: arena del desierto, de la playa o del viento
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente modelado por fricción y con bordes pulidos	Otras gravas, pedernal de tierra o excavado
Laminar	Material cuyo espesor es pequeño en relación con sus otras dos dimensiones	Roca Laminada
Angular	Posee bordes bien definidos formados en las intersecciones de caras planas	Rocas de todos los tipos, escoria triturado
Alargada	Material angular en el que la mayor longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	-----

Fuente: (NTP 400.011, 2008, p. 10)

Por la textura

Tabla 2

Clasificación de los agregados según la textura de sus partículas

Grupo	Textura de la superficie	Características	Ejemplos
1	Vidriosa	Fractura concoidal	Pedernal negro, escoria vítrea
2	Lisa	Desgastado por agua, o debido a fractura laminar o roca de grano fino	Gravas, esquistos, pizarra, mármol, algunas riolitas
3	Granulosa	Fracturas que muestran granos uniformes más o menos pulidos	Areniscas, oolita
4	Rugosa	Fractura rugosa de roca granular fina a media que tiene constituyentes cristalinos que no se pueden ver fácilmente	Basalto, felsita, pórfido, caliza
5	Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles	Granito, gabro, gneis
6	Panal de abeja	Con cavidades y poros visibles	Ladrillo, pómez, escoria espumosa, vítreo, barro expandido

Fuente: (NTP 400.011, 2008, p. 11)

Por su composición granulométrica

La estructura granulométrica será evaluada con el empleo de tamices.

Véase Tabla 3.

Tabla 3

Tamices utilizados para análisis granulométrico

Agregado	Tamices normalizados
FINO	150 um (N° 100)
	300 um (N° 50)
	600 um (N° 30)
	1.18mm (N° 16)
	2.36 mm (N° 8)
	4.75 mm (N° 4)
GRUESO	9.5 mm (3/8")
	12.5 mm (1/2")
	19.0 mm (3/4")
	25.0 mm (1")
	37.5 mm (1 1/2")
	50.0 mm (2")
	63.0 mm (2 1/2")
	75.0 mm (3")
	90.0 mm (3 1/2")
	100.0 mm (4")

Fuente: (NTP 400.011, 2008, p. 7)

- **Agregado fino**

Material granular fino que resulta de la desintegración natural de la roca o de la trituración de areniscas. Una buena arena para la elaboración del concretos, debe ser libre de materias nocivas, bien graduada y de granos resistentes. (De la Garza, 2016, p. 69)

Granulometría del agregado fino

Los límites óptimos para la granulometría del agregado fino están dados por la siguiente tabla.

Tabla 4
Requerimientos granulométricos para agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.50 mm (3/8")	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 um (N° 30)	25 a 60
300 um (N° 50)	5 a 30
150 um (N° 100)	0 a 10
75 um (N° 200)	0 a 3

Fuente: (NTP 400.037, 2018, p. 8)

Para los casos donde el agregado no coincida con los parámetros establecidos por la Tabla 4 podrán ser empleados siempre que se tengan estudios hechos con esos agregados anteriores y que estos logren demostrar que producirán concretos con las características especificadas según lo solicitado por las partes.

Además de los parámetros granulométricos, el agregado fino debería no sobrepasar los porcentajes mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 5
Parámetros máximos de sustancias nocivas en el agregado fino para concreto

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	3.0
Material más fino que la malla normalizada 75um (N° 200):	
• Concretos sujetos a abrasión	3.0 ^A
• Otros concretos	5.0 ^A
Carbón y lignito:	
• Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante	0.5
• Otros concretos	1.0
Características químicas ^B :	
• Contenido de sulfatos expresados como SO ₄ ⁻	1.2

- Contenido de cloruros expresados como Cl⁻ 0.1

^A En el caso de la arena manufacturada los porcentajes de material más fino que la malla normalizada 75 um (Nº 200) pueden serán aumentados a 5 y 7% respectivamente, siempre que este libres de arcillas o limos. Para la caracterización se esos finos, existen diversos medios disponibles, dentro de ellos el Equivalente de arena de la norma ASTM D 2419.

^B Opcionales

Fuente: (NTP 400.037, 2018, p. 10)

• Agregado grueso

La selección de los agregados gruesos es importante porque de su dureza y resistencia dependen los resultados obtenidos del concreto en su estado endurecido. Según De la Garza (2016) afirmo lo siguiente:

El cemento en si no añade dureza al material porque su función consiste en unir, muchas veces se atribuye al cemento el resultado de un agregado o mano de obra defectuosa. (p. 41)

Además de los límites granulométricos, el agregado grueso debería no exceder los porcentajes mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 6
Parámetros máximos de sustancias nocivas en el agregado grueso para concreto

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5.0
Material más fino que la malla normalizada 75um (Nº 200):	1.0 ^A
Horsteno (menos de 2.40 de densidad)	5.0 ^B
Carbón y lignito:	
<ul style="list-style-type: none"> • Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> • Otros concretos 	1.0
Características químicas ^C :	

- Contenido de sulfatos expresados como SO₄⁻ 1.0
- Contenido de cloruros expresados como Cl⁻ 0.1

^A Este porcentaje podrá ser aumentado a 1.5% si el material esta esencialmente libre de limos y arcillas.

^B Sólo en caso de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesta a congelación y deshielo en presencias de humedad.

^C Opcionales.

Fuente: (NTP 400.037, 2018, p. 15)

Granulometría del agregado grueso

Los limites óptimos para la granulometría del agregado grueso están establecidos en la Tabla 7.

Se aceptará el uso del agregado grueso que incumpla con las gradaciones especificadas de la Tabla 7, si se logra demostrar con pruebas respectivas que dicho agregado permitirá producir concretos de buena calidad. Otros parámetros importantes obtenidos del análisis granulométrico para el agregado grueso son:

- **Tamaño Máximo**

Este parámetro viene a ser el tamiz de abertura menor por el cual cruza toda la muestra. (NTP 400.037, 2018, p. 7)

- **Tamaño Máximo Nominal**

Este parámetro viene a ser el tamiz con abertura en el cual se produce el primer peso retenido que varía de 5% a 10% (NTP 400.037, 2018, p. 7).

Tabla 7**Husos granulométricos para agregado grueso**

Huso	Tamaño Máximo Nominal	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4" pulg)	90 mm (3 1/2")	75 mm (3" pulg)	63 mm (2 1/2")	50 mm (2" pulg)	37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1" pulg)	19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 um (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2" a 1")	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 15	-	-	-
4	37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4" a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8" a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N°4 a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: (NTP 400.037, 2018, p. 14)

c) Propiedades físicas

Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012 - ASTM C136)

- **Granulometría**

Es la distribución de las dimensiones que presenta el agregado. El procedimiento para realizar el ensayo y los tamices a utilizar está dado por la NTP 400.012, determinándose la masa retenida del agregado en cada uno de los tamices. (NTP 400.011, 2008, p. 6)

- **Curva granulométrica**

Es la ilustración de la distribución que presentan los agregados. Para su elaboración es necesaria colocar en el eje horizontal las aberturas de los tamices en escala logarítmica y en el eje vertical se tiene los porcentajes de los retenidos acumulados, esto en escala numérica. (NTP 400.011, 2008, p. 6)

- **Módulo de finura**

Este valor resulta de dividir la sumatoria de todos los porcentajes y 100, esto varía de acuerdo al tipo de agregado, ya que cada uno de estos tiene una serie especificada de tamices. (NTP 400.011, 2008, p. 6)

Para el agregado fino.

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido acumulado}(3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100} \quad (3)$$

En el caso del agregado fino, su módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.0, teniendo en cuenta que este valor no puede tener una variación en más del 0.2 entre muestras de la misma cantera.

Para el agregado grueso.

$$MG = \frac{\sum \% \text{Retenido acumulado}(1", 3/4", 3/8", N^{\circ}4) + 500}{100} \quad (4)$$

- **Superficie especifica**

Es la relación que se da entre la superficie exterior de una particular y el volumen ocupa por esta. Además, Sánchez (2001) especifica que:

La superficie de pega o “superficie especifica total” viene a ser la suma del área superficial de todas las partículas que conforman el agregado. El área superficial está en relación del tamaño del agregado, mientras más grande es este menor se obtiene menor área superficial y en consecuencia la utilización de menos agua y cemento. (pp. 94-95)

$$Se = \frac{0.06 \times S}{D.r.m} \quad (5)$$

Donde:

Se = Superficie especifica

D.r.m = Densidad relativa del agregado

S = Área superficial

El área superficial se calcula con la siguiente formula:

$$S = \frac{\%retenidoparcial}{diámetromedio(tamices)} \quad (6)$$

Densidad de masa y cantidad de vacíos (NTP 400.017 - ASTM C29)

- **Densidad de masa suelto**

Esta propiedad es usada para la determinar la relación que existe entre la masa y el volumen con la finalidad de utilizarlas en trabajos de campo.

- **Densidad de masa compactado**

Esta propiedad es importante ya que es utilizada como parámetro para el diseño de mezcla.

Para el cálculo de la densidad de masa suelto y compactado se utilizará la siguiente formula:

$$M = \frac{G - T}{V} \quad (7)$$

Donde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/cm³

G = Masa del material más recipiente, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³. Véase según Tabla 19

Para calcular el contenido de vacíos

$$\% \text{Vacíos} = \frac{(S \times W) - M}{S \times W} \times 100 \quad (8)$$

Donde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/cm³

S = Densidad relativa, agregado grueso (NTP 400.021) o agregado fino (NTP 400.022)

W = Densidad del agua, 998 kg/cm³.

Cantidad de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 por lavado en agregados (NTP 400.018 - ASTM C 117)

Se debe tener en cuenta esta propiedad porque según su cantidad, puede ser perjudicial para el comportamiento del concreto o mortero, debido a que mientras más partículas finas se tenga esto demandara del mayor uso de agua y en consecuencia disminución en la resistencia. Para su cálculo se debe tener en cuenta:

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad (9)$$

Donde:

A = Cantidad de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado de 75 um (N° 200) por lavado

P₁ = Masa de la muestra seca original, g

P₂ = Masa de la muestra ensayada, g

Densidad relativa y absorción del agregado (NTP 400.021, NTP 400.022 - ASTM C 127, ASTM C 128)

Este dado por la relación de la masa (en el aire) de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua.

- **Densidad relativa de masa**

Para el agregado grueso

$$D.r.m = \frac{A}{B-C} \quad (10)$$

Donde:

A = Masa en el aire del agregado seco, g

B = Masa en el aire del agregado saturado superficialmente seco, g

C = Masa en el agua del agregado saturado.

Agregado fino

$$D.r.m = \frac{A}{B+S-C} \quad (11)$$

Donde:

A = Masa del agregado seco al horno, g

B = Masa de la fiola llena de agua hasta la línea de calibración, g

S = Masa del agregado saturado superficialmente seco, g

C = Masa de la fiola llena de agregado y agua hasta la marca de calibración, g

- **Densidad relativa con superficie seca**

Para el agregado grueso

$$D.r.s.s.s = \frac{B}{B-C} \quad (12)$$

Donde:

B = Masa en el aire del agregado saturado superficialmente seco, g

C = Masa en el agua del agregado saturado.

Para el agregado fino

$$D.r.s.s.s = \frac{S}{B+S-C} \quad (13)$$

Donde:

B = Masa de la fiola llena de agua hasta la línea de calibración, g

S = Masa del agregado saturado superficialmente seco, g

C = Masa de fiola llena de agregado y agua hasta la maraca de calibración, g

- **Densidad relativa aparente**

Para el agregado grueso

$$D_{r.a} = \frac{A}{A-C} \quad (14)$$

Donde:

A = Masa del agregado seco en el aire, g

C = Masa en el agua de la muestra saturada.

Para el agregado fino

$$D_{r.a} = \frac{A}{B+A-C} \quad (15)$$

Donde:

A = Masa del agregado seco al horno, g

B = Masa de la fiola llena de agua hasta la línea de calibración, g

C = Masa de la fiola llena de agregado y agua hasta la línea de calibración, g.

- **Absorción**

Se define como el total de agua absorbida por el agregado luego de este haber estado inmerso en el agua.

Para el agregado grueso

$$\%A = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (16)$$

Donde:

A = Masa en el aire del agregado seco, g

B = Masa en el aire del agregado saturado superficialmente seco, g

C = Masa en el agua del agregado saturado.

Para el agregado fino

$$\%A = \frac{S - A}{A} \times 100 \quad (17)$$

Donde:

A = Masa del agregado seco al horno, g

S = Masa del agregado saturado superficialmente seco, g

Contenido de humedad total evaporable (NTP 339.185 - ASTM C566)

Es el total de agua superficial detenida en un momento determinado por las partículas de agregado. De esta propiedad depende la variación del agua en el diseño de mezcla para la elaboración de concreto, es por esta razón que conjuntamente con la absorción son propiedades que deben tenerse en cuenta al momento de hacer la corrección del agua de diseño de mezcla. El porcentaje de humedad se determina como sigue:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100 \quad (18)$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W = Masa de la muestra húmeda original, g

D = Masa de la muestra seca, g

Abundamiento

Consiste en el aumento para un determinado peso de arena, causando por la presión del agua que se ejerce entre partícula y partícula de arena cuando esta se encuentra húmeda, o sea con agua libre en la superficie. Es por esto que Sánchez (2001) menciona que este fenómeno es conveniente recordar, para no subestimar las cantidades reales de material ya que pueden ser afectadas tanto en el transporte como en el almacenamiento de la arena. (p. 98)

Al aumentar el contenido de agua, este efecto disminuye volviéndose insignificante. De hecho, los granos de arena colocado en un tanque de agua tendrán el mismo volumen que la arena seca. (Cotecno, 2017)

$$\%Ab = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100 \quad (19)$$

Donde:

V_1 = Volumen de muestra hasta los $\frac{3}{4}$ del volumen total

V_2 = Volumen de muestra final en agua.

d) Propiedades mecánicas

Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión

(NTP 400.019 - ASTM C131)

El agregado que va a ser empleado en aquellas estructuras expuestas a abrasión y erosión como concretos para pavimentos o pisos, deberá presentar una pérdida menor al 50% al desarrollar el ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles.

$$PI = \frac{C - Y}{C} \times 100 \quad (20)$$

Donde:

PI = Porcentaje de pérdida

C = Masa inicial de la muestra de ensayo en gramos.

Y = Masa final de la muestra de ensayo en gramos.

Los porcentajes aceptables para ensayos de resistencia mecánica del agregado grueso son los siguientes:

Tabla 8
Resistencias a la degradación en agregados gruesos

Métodos alternativos	No mayor que
Abrasión (Método los Ángeles)	50%
Valor de impacto del agregado (VIA)	30%

Fuente: (NTP 400.037, 2018, p. 17)

2.2.5. Agua

Es el estimulador del cemento, y al estar formando parte de la mezcla, este reacciona químicamente con el cemento formando así el gel y debido a esto el concreto en estado fresco presenta propiedades que facilitan el manejo y la colocación; y en estado final (endurecido) la convierten en un concreto con propiedades y especificaciones deseadas.

Esta debe ser de preferencia agua potable, en todo caso se podrá utilizar agua de río, de lago, de afluentes naturales, entre otras, cuando estas presenten color claro, no posean olor estimable y respeten con las exigencias químicas especificados en la norma. (NTP 339.088, 2006, p. 5)

2.2.6. Normatividad

a) Método del comité ACI 211

Esta metodología nos permitió desarrollar y elaborar un diseño de mezclas, teniendo en cuenta las tablas que se emplean y se detallan de la siguiente manera:

- **Determinación del f'_{cr}**

Tabla 9
Resistencia promedio para diseños

f_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_{cr} + 70$
210 - 350	$f'_{cr} + 84$
Sobre 350	$f'_{cr} + 98$

Fuente: (RNE, 2017, p. 459)

- **Obtención del tamaño máximo nominal**

Este valor se obtendrá de la curva granulométrica este viene a ser el primer retenido en los tamices el cual se debe de encontrar entre el 5% y 10% del retenido.

- **Elección del asentamiento (Slump)**

En caso que no especifiquen con que asentamiento debe trabajarse, se tomara los valores indicados en la Tabla 10.

Tabla 10
Elección de asentamiento

Tipo de estructura	SLUMP	
	Máximo	Mínimo
Zapatasy muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Comité del ACI 211

- **Determinación del contenido de aire**

Este parámetro tiene relación directa con las características del agregado grueso (Tamaño máximo nominal). Véase Tabla 11

Tabla 11
Porcentaje de aire atrapado según características del agregado

TMN	Agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	9.5mm	3
1/2"	12.5mm	2.5
3/4"	19.0mm	2
1"	25.0mm	1.5
1 1/2"	37.5mm	1
2"	50.0mm	0.5
3"	75.0mm	0.3
6"	150.0mm	0.2

Fuente: Comité del ACI 211

- **Volumen unitario de agua**

El volumen unitario de agua, es el total de agua que debe incorporarse al trompo por unidad cubica de concreto para lograr conseguir un asentamiento determinado. La cantidad de agua obtenida fue rectificada según el porcentaje de absorción y humedad de los agregados. Una vez conocido la cantidad la cantidad de agua en litros por metro cubico se podrá obtener la relación a/c.

Tabla 12
Cantidad de agua en litros por m³

Asentamiento	Agua en litros/m ³ para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y asentamientos indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos 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	-
Concretos 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	197	184	174	166	154	-

Fuente: Comité del ACI 211

- **Obtención de la relación a/c**

La relación agua/cemento solicitada se obtiene no solamente por los requerimientos de resistencia, sino además teniendo en cuenta elementos como la durabilidad y propiedades para el terminado. Además, se debe de verificar la calidad de los materiales, ya que se generan diversas resistencias a partir de la misma relación agua cemento.

Tabla 13
Relación a/c por resistencia promedio

f _{cr} (kg/cm ²)	Relación agua - cemento	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Comité del ACI 211

- **Factor cemento**

El factor cemento se puede determinar realizando la división de la cantidad de litros de agua por metro cubico, entre la relación

agua/cemento, consiguiendo el total de kilos de cemento por unidad cubica de cemento. Teniendo los resultados que convertirse en bolsas.

$$F_c = \frac{A}{a/c} \quad (21)$$

- **Cantidad de agregado grueso**

Según la Tabla 14, se obtiene un factor b/b_0 (se tiene interpolando el TMN y el módulo de finura del agregado a utilizar). (kg/m³).

$$Peso A.G. = \frac{b}{b_0} \times P.U.C \quad (22)$$

Tabla 14

Factor de volumen del agregado según módulos de finura por m³ de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Módulo de finura del agregado fino			
		2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	9.5 mm	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5mm	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19.0mm	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25.0 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5 mm	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50.0 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75.0 mm	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150.0 mm	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité del ACI 211

- **Cantidad de agregado fino**

Una vez obtenido el total de agregado grueso, se convertirá conjuntamente el aire atrapado, el cemento y el agua; en volúmenes para que sumados estos sean diferenciados con la unidad de metro cubico, donde la diferencia sería la cantidad de agregado fino expresada en volumen, el cual al ser multiplicado por su densidad relativa nos resultara el peso del agregado en kg.

- **Cálculo de proporciones en seco**

La utilización de proporciones es una forma general de representar las cantidades de un diseño de mezcla para concreto, en estas se

indican la relación del cemento, agregado fino (arena) y agregado grueso (cantos rodados o triturados) en peso; teniendo como medida base el cemento en su presentación por bolsa.

$$1 : f : g : a / c$$

- **Corrección del peso de los agregados por humedad**

Este punto es importante ya que permite obtener el peso corregido para los agregados. Por lo general los agregados se encuentran en estado húmedo, es por esto que a su peso seco debe de añadirse el peso del agua que presentan, tanto la absorbida como la superficial.

$$\text{Peso agregado húmedo} = \text{Peso agregado seco} (1 + P\%) \quad (23)$$

- **Cálculo del agua efectiva**

El cálculo del agua efectiva depende de la humedad presente en los agregados, esto vendría a ser, la resta del contenido de humedad total y la absorción.

$$\text{Agua efectiva} = \text{A.g.diseño} - \text{A.g.diseño}(\%P - \%A) - \text{A.f.diseño}(\%P - \%A) \quad (24)$$

b) RNE (Norma E.060). Concreto Armado

Establece los requerimientos y tolerancias detalladas para el análisis, el diseño, materiales, construcción, control de calidad y la inspección de estructuras de concreto armado.

III. MARCO METODOLÓGICO

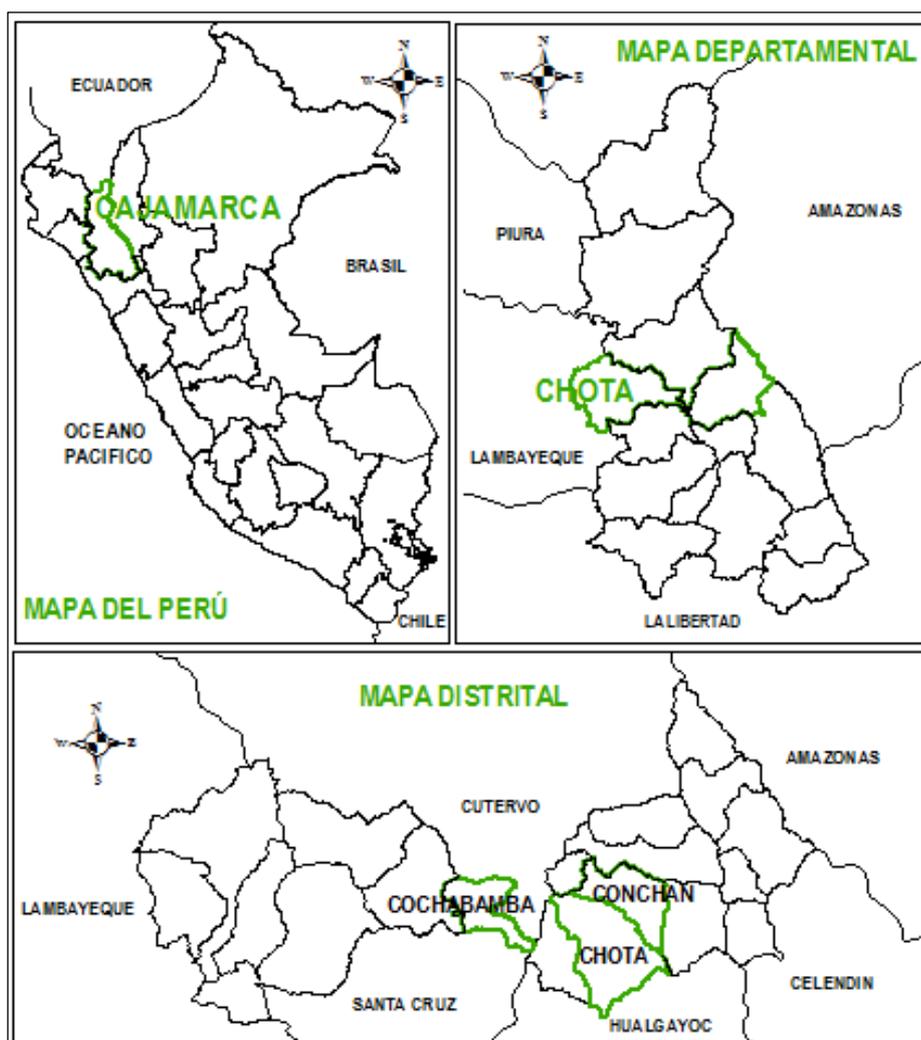
3.1. Ámbito de estudio

3.1.1 Ubicación de lugares de estudio

Este trabajo de investigación fue desarrollado con el fin de analizar las características de los agregados y evaluar si estos son aptos para la elaboración de concreto. Los lugares de estudio están ubicados en los distritos de Chota (Cantera Los Reyes, Cantera El Suro y Cantera río Doña Ana), Cochabamba (Cantera río Chotano) y Conchán (Cantera Conchán), provincia de Chota - Región Cajamarca.

Figura 1

Localización de los distritos donde se ubican las canteras de estudio.



Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Materiales

a) Agregados

- **Cantera Conchán**

Ubicación: a 10 minutos del distrito de Conchán, provincia de Chota - Región Cajamarca. Altura del kilómetro 29, lado derecho de la vía Chota - Tacabamba.

Tiene una extensión aproximada de 8 Km², su explotación se realiza a tajo abierto, extrayendo material proveniente del suelo (cerro), el cual es obtenido con maquinaria pesada, para posteriormente con la ayuda de operarios y herramientas manuales es colocada a los tamices para obtener agregado fino graduado, la parte restante es llevada hacia una máquina de trituración para obtener nuevamente agregado fino. Estos materiales tanto el obtenido por tamizado y por trituración son transportados por boogües o canaletas hacia el medio de transporte que los llevara a su destino final. En esta cantera se obtiene agregado fino, medio y grueso.

Figura 2

Vista satelital de ruta a cantera de cerro - Conchán



Fuente: Google Earth

- **Cantera San Juan del Suro**

Ubicación: San Juan del Suro, Centro Poblado de Cuyumalca, distrito de Chota - Región Cajamarca. Altura del kilómetro 8.5, lado izquierdo de la trocha carrozable Chota - San Juan del Suro - Bambamarca. Es de propiedad del señor Elías Núñez Mejía.

Tiene una extensión aproximada de 1.5 hectárea, su explotación se realiza a tajo abierto, extrayendo materia prima del suelo con herramientas manuales, las cuales tienen dimensiones varias. Luego estas son transportadas en boogües hacia la máquina de trituración para obtener materiales tales como: piedra chancada, confitillo y ripio.

Figura 3

Vista satelital de ruta a cantera de cerro - San Juan del Suro



Fuente: Google Earth

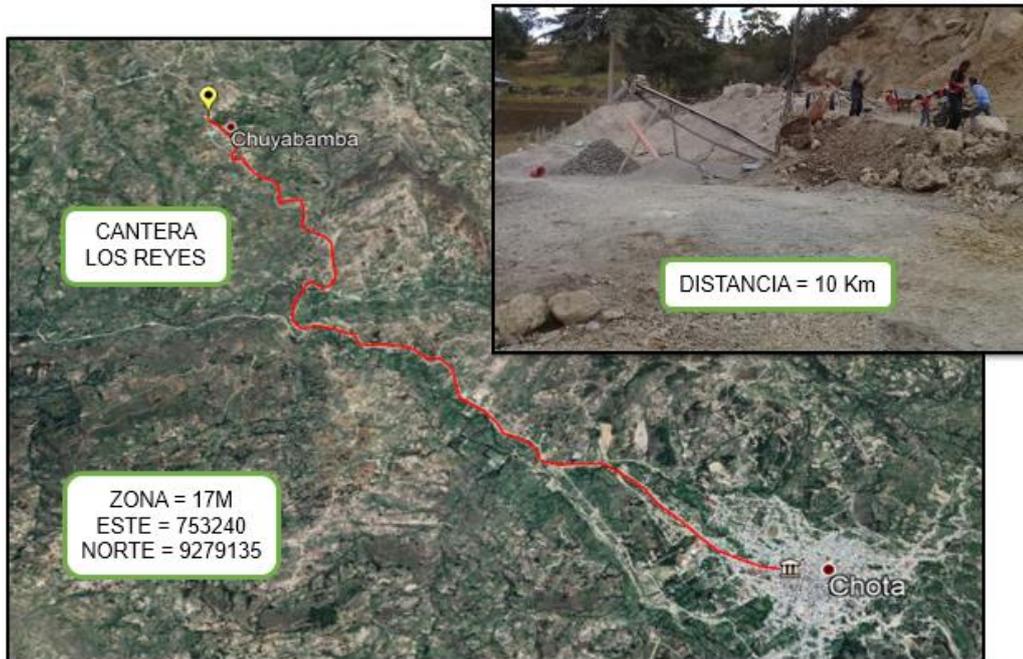
- **Cantera Los Reyes**

Ubicación: a 5 minutos del Centro Poblado de Chuyabamba, distrito de Chota - Región Cajamarca. Altura del kilómetro 10, lado izquierdo de la trocha carrozable Chota - Chuyabamba - Chiguirip. Es de propiedad del señor Segundo Fustamante.

Tiene una extensión aproximada de 1 hectárea, su explotación se realiza a tajo abierto, extrayendo material para afirmado y materia prima para la obtención de piedra chancada y confitillo, mediante la utilización de tamices. Estos trabajos son realizados por el personal con la utilización de herramientas manuales y maquinaria pesada.

Figura 4

Vista satelital de ruta a cantera de cerro - Los Reyes



Fuente: Google Earth

- **Cantera Río Chotano**

Situada en el kilómetro 32 de la vía Chota - Chiclayo, dentro del cauce del río Chotano a la altura del distrito de Cochabamba el cual es un depósito fluvioaluvional. Esta es de propiedad del señor Calin Taica Delgado.

En el lugar se encuentran gravas, cantos rodados y bloques grandes de colores pardos grisáceos, gris verdoso compuesta por arena gruesa y sedimentos finos. Su explotación se viene dando hace 3 años.

La obtención de los agregados se realiza con cargador frontal el cual transporta el hormigón, hacia los tamices o al volquete para posteriormente llevarlo hacia la chancadora para ser triturado, esto según las dimensiones del material.

Figura 5

Vista satelital de ruta a cantera de río - Chotano



Fuente: Google Earth

- **Cantera Río Doña Ana**

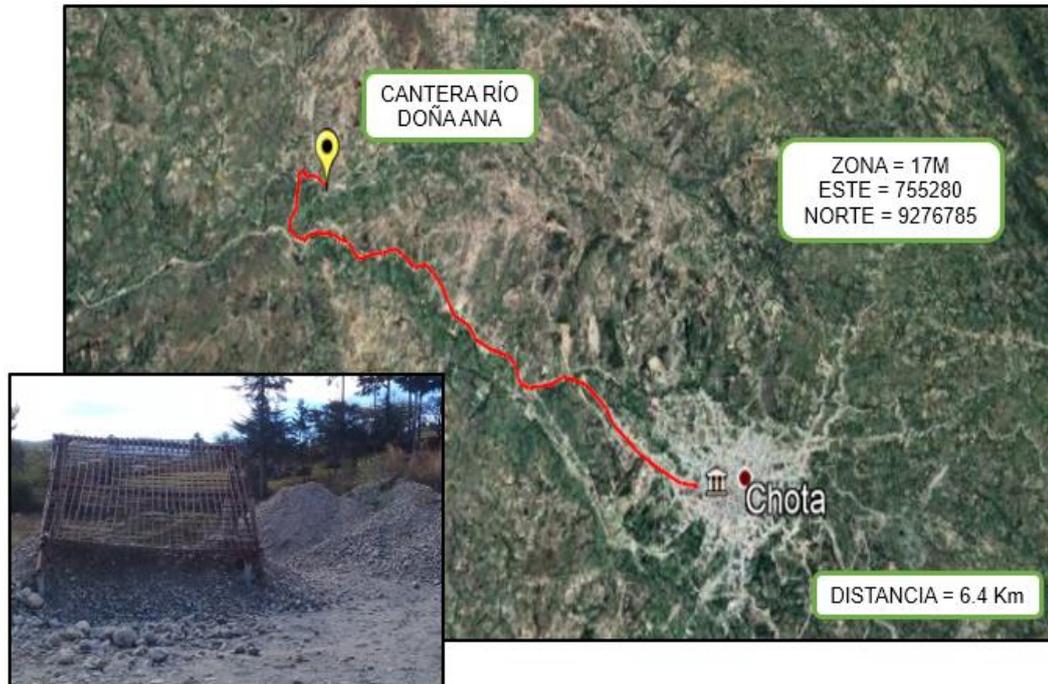
Situada en el kilómetro 6.4 de la vía Chota al Campamento lado derecho de esta, dentro del río Doña Ana cerca al desembocadura del río Chotano, el cual es un depósito fluvioaluvional.

En estado natural se encuentra hormigón, para obtener otros agregados como cantos rodados u over se pasa por tamices.

Tiene un tiempo de explotación de 5 años. Para obtener los agregados se utilizan herramientas manuales y maquinaria pesada para el transporte del material hacia los tamices o al volquete para posteriormente llevarlo hacia su lugar de entrega.

Figura 6

Vista satelital de ruta a cantera de río - Doña Ana.



Fuente: Google Earth

b) Cemento

Cemento Pacasmayo Tipo I: Bolsa verde

c) Agua

Se utilizó el agua potable del Campus Colpa Matara - Universidad Nacional Autónoma de Chota - UNACH.

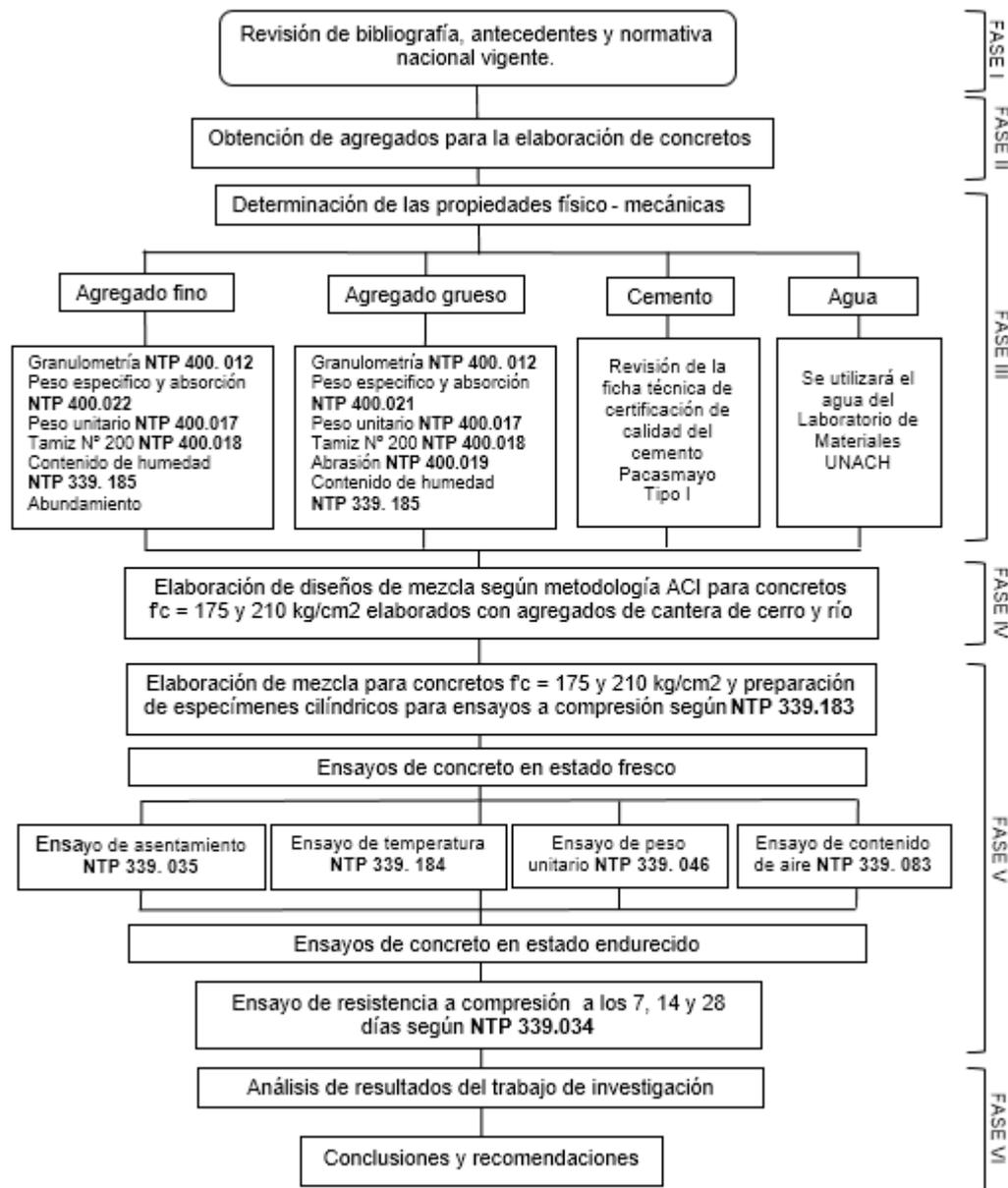
3.2 Diseño de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

Este estudio será descriptivo, ya que se compara semejanzas y diferencias del agregado proveniente de río y cantera de cerro. Este tipo de estudio se realiza cuando no se puede dejar de lado la variable independiente y establecer los controles requeridos en los experimentos.

De acuerdo al fin que persigue es aplicada, ya que investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en determinado sector de la realidad.

Figura 7
Estructura del trabajo de investigación



Fuente: Elaboración Propia

3.3 Población y muestra

3.3.1. Población

Está constituida por dos cauces de río y tres canteras de cerro de la provincia de Chota

a) Canteras de cerro

- San Juan del Suro (Agregado grueso)
- Los Reyes Chuyabamba (Agregado grueso)

Nota: El utilizara agregado fino de cerro procedente de la cantera Conchán.

b) Canteras de río

- Río Chotano (Agregado fino y grueso)
- Río Doña Ana (Agregado fino y grueso)

Nota: El hormigón (combinación de agregados) se separará con el tamiz 3/8" según ASTM C - 33

3.3.2. Muestra

La muestra está compuesta por 72 probetas cilíndricas, las cuales fueron elaboradas con agregados de cantera de río y cerro. Ver Tabla 15

Tabla 15

Cantidad de especímenes elaborados

TIPO DE MATERIAL	EDADES RESISTENCIA (f'c)	7 días Curado según norma	14 días Curado según norma	28 días Curado según norma	TOTAL
Cantera de cerro	San Juan del Suro	175 kg/cm ²	3	3	3
	Conchán	210 kg/cm ²	3	3	3
	Los Reyes	175 kg/cm ²	3	3	3
	Conchán	210 kg/cm ²	3	3	3
Cantera de río	Doña Ana	175 kg/cm ²	3	3	72
		210 kg/cm ²	3	3	
	Chotano	175 kg/cm ²	3	3	
		210 kg/cm ²	3	3	
PARCIAL		24	24	24	

Nota. Esta tabla presenta el total de muestras de concreto elaboradas según el tipo de agregado y según resistencia de 175 y 210 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

3.4 Operacionalización de variables

3.4.1. Variable independiente e indicadores

a) Variables

Agregados de canteras de cerro

Agregados de cantera de río

b) Indicadores

Propiedades físicas: Análisis granulométricos, Densidad relativa y absorción, Humedad, Densidad de masa seco suelto y compactado, Cantidad de finos que pasa el tamiz N° 200 para agregado fino y grueso.

Propiedades mecánicas: Resistencia a la abrasión

Tabla 16
Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INDICE
Variable independiente: Agregado de cantera de río	Propiedades físicas	Análisis granulométrico para agregados	Curva Granulométrica	Porcentaje (%)
		Densidad relativa y absorción para agregados	Registro de datos	kg/m ³
		Contenido de humedad	Registro de datos	Porcentaje (%)
		Densidad de masa	Registro de datos	kg/m ³
		Materiales más finos que pasa el tamiz N° 200	Curva Granulométrica	Porcentaje (%)
	Propiedades mecánicas	Desgaste por abrasión	Registro de datos	Porcentaje (%)
Variable independiente: Agregado de cantera de cerro	Propiedades físicas	Análisis granulométrico para agregados	Curva Granulométrica	Porcentaje (%)
		Densidad relativa y absorción para agregados	Registro de datos	kg/m ³
		Contenido de humedad	Registro de datos	Porcentaje (%)
		Densidad de masa	Registro de datos	kg/m ³
		Materiales más finos que pasa el tamiz N° 200	Curva Granulométrica	Porcentaje (%)
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la abrasión	Registro de datos	Porcentaje (%)

Variable dependiente: Concreto	Diseño de mezcla con agregado de cantera de ríos	Arena	Curva Granulométrica	Porcentaje (%)
		Piedra triturada		
		Agua	Tabla de factor de agua	m3
		Cemento	Certificado de calidad	Bls/kg
	Diseño de mezcla con agregados de cantera de cerro	Arena	Curva Granulométrica	Porcentaje (%)
		Grava		
		Agua	Registro de datos	Porcentaje (%)
		Cemento	Tabla de factor de agua	m3
	Ensayos de concreto con agregados de canteras de río	Slump	Certificado de calidad	Bls/kg
		Contenido de aire	Registro de datos	Porcentaje (%)
		Temperatura	Registro de datos	Grados
		Ensayos a compresión	Curva de resistencia de concreto	kg/cm2
	Ensayos de concreto con agregados de canteras de cerro	Slump	Certificado de calidad	Bls/kg
		Contenido de aire	Registro de datos	Porcentaje (%)
		Temperatura	Registro de datos	Grados
		Ensayos a compresión	Curva de resistencia de concreto	kg/cm2
	Costos de concreto con agregados de río	Materiales	Hoja de cálculo	Soles (S/.)
		Equipos y/o herramientas		
		Mano de obra		
	Costos de concreto con agregados de cerro	Materiales	Hoja de cálculo	Soles (S/.)
Equipos y/o herramientas				
Mano de obra				

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Variable dependiente e indicadores

a) Variables

Concreto

b) Indicadores

Diseño de mezcla: Cantidad de agregado fino, grueso, agua y cemento.

Ensayos de concreto: Asentamiento, Contenido de aire, Temperatura, Peso Unitario y Resistencia a la compresión.

Costos: Materiales, Equipos y/o herramientas y mano de obra.

3.5 Descripción de la metodología

3.5.1. Obtención de agregados

Se realizó una visita a las canteras para hacer el reconocimiento de campo y donde se obtuvo materiales para muestra tales como piedra chancada, arena gruesa y hormigón.

Los materiales fueron transportados por volquete y otros medios de transporte hacia el Campus Colpa Marata - UNACH. El material fue colocado sobre una superficie adecuada para evitar la contaminación y pérdida de materiales.

Para el caso del hormigón una vez que se obtuvo los agregados y estos fueron colocados en el campus Universitario, fue necesario la utilización de el tamiz 3/8" para obtener el agregado fino y grueso. Foto N° 8 - Anexo L.

3.5.2. Análisis de propiedades de los agregados

a) Extracción y preparación de las muestras (NTP 400.010 - ASTM D75)

Es importante realizar un control riguroso a la calidad de los agregados para garantizar las características de durabilidad en su uso final, teniendo como base las especificaciones de construcción y la económica de la obra. (NTP 400.010, 2011(revisada el 2016), p. 4)

Materiales

- **Palas:** Indispensable para manipular el material.
- **Bolsas:** Utilizadas para almacenar los agregados y facilitar el transporte.
- **Tamiz 3/8":** Elemento utilizado para separar el agregado fino del agregado grueso.

Procedimiento

- Con la ayuda de la pala, se colocó en los sacos el agregado (para los diferentes tipos), evitando la pérdida o segregación del

agregado e identificando los sacos (bolsa). Se tendrá en cuenta la Tabla 17 para obtener la cantidad mínima de la muestra.

Tabla 17
Cantidad de agregado para muestreo

Tamaño del agregado	Masa de la muestra de campo, min. kg (lbs)	Muestra de campo Volumen, min L (Gal)
Agregado fino		
2.36 mm (N°8)	10 (22)	8 (2)
4.75 mm (N°4)	10(22)	8 (2)
Agregado grueso		
9.5mm (3/8 in.)	10 (22)	8 (2)
12.5mm (1/2 in.)	15 (35)	12 (3)
19.0mm (3/4 in.)	24(55)	20 (5)
25.0mm (1 in.)	50(110)	40(10)
37.5mm (1 1/2in.)	75 (165)	60 (15)
50.0mm (2 in.)	100 (220)	80 (21)
63.0mm (2 1/2 in.)	125 (275)	100 (26)
75.0mm (3 in.)	150 (330)	120 (32)
90.0mm (3 1/2 in.)	175 (385)	140 (37)

Fuente: (NTP 400.010, 2011(revisada el 2016), pp. 6-7)

b) Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012 - ASTM C 136)

Equipos

- **Balanza**

Con capacidad de 8000 g para el agregado fino.

Con capacidad de 150 kg para el agregado grueso.

- **Tamices:** Que cumplan con la NTP 350.001

Agregado grueso: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4

Agregado fino: 3/8", N° 4, N°8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200.

- **Agitador mecánico:** Capaz de generar movimiento vertical o lateral al tamiz.

- **Estufa:** Capaz de proporcionar una temperatura de 110°C ± 5°C.

- **Bandejas metálicas:** Capaces de soportar temperaturas uniformes de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- **Recipientes:** Utilizados para pesar los retenidos en cada tamiz.

Procedimiento

- Para la obtención de la muestra se realizó mediante el procedimiento del cuarteo, hasta reducirlo a una muestra representativa. Véase Tabla 18, para la cantidad de muestra del agregado grueso.

Tabla 18

Cantidades de muestra para análisis granulométrico del agregado grueso o global

Tamaño máximo nominal Aberturas cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo, mínimo kg(lb)
9.50 (3/8)	1 (2)
12.50 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.50 (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)

Fuente: (NTP 400.012, 2013, p. 12)

La cantidad de agregado fino utilizado fue de 1000g, pero se puede tener tamaños de mezcla mínimos de hasta de 300 g.

- Secar la muestra en la estufa a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Pesar la muestra seca fría y colocar en los tamices normados de forma decreciente según tamaño de abertura del tamiz, tratando de evitar perdida; posteriormente estos tamices fueron colocados en un agitador mecánico con un tiempo de 5 minutos. Luego se tomó nota de los pesos retenidos en cada tamiz, con estos datos se calculó de módulo de finura.

c) **Densidad de masa y los vacíos en los agregados (NTP 400.017 - ASTM C 29)**

Equipos

- **Balanza:** Con capacidad de 8000 g.
- **Varilla de apisonado:** De acero, con una altura de 24" y con diámetro de 5/8".
- **Recipiente:** Cilíndrico y preferiblemente de metal, con asas. La capacidad estará en función del tamaño máximo nominal del agregado. Véase tabla19.

Tabla 19
Capacidad del recipiente según tamaño de agregado

Tamaño nominal máximo del agregado		Capacidad del recipiente	
mm	pulg	m ³	p ³
12.5	1/2	0.0028 (2.8)	1/10
25	1	0.0093 (9.3)	1/3
37.5	1 1/2	0.0140 (14)	1/2
75	3	0.0280 (28)	1
100	4	0.0700 (70)	2 1/2
125	5	0.1000 (100)	3 1/2

Fuente: (NTP 400.017, 2011, p. 4)

- **Cucharón:** Para manipular la muestra y rellenar el depósito con el agregado.

Procedimiento

Se trabajó con una muestra del 125 - 200% del total de muestra necesaria a utilizar para rellenar el depósito, esta fue manejada para evitar la segregación de la muestra. Luego se colocó el recipiente con la muestra al horno con temperatura uniforme de 110°C ± 5°C hasta obtener un peso constante.

- **Para la densidad de masa suelto**

Se coloca el material en el molde teniendo en cuenta que la altura del cucharón no sobrepase los 5 cm por sobre del borde superior del mismo, se trató de evitar la segregación del tamaño de partículas

que constituyen la muestra. Posteriormente se niveló con una espátula, para evitar cualquier proyección de partículas más grandes en agregados gruesos. Luego se registró el peso del molde incluido su contenido, y también el peso del molde.

- **Para la densidad de masa compactado**

Se coloca el material en el molde teniendo en cuenta que la altura del cucharón no sobrepase los 5 cm por encima del borde superior del recipiente, hasta la tercera parte, posteriormente se apisonó con la varilla una cantidad de 25 golpes distribuidos uniformemente; asimismo se realizó el procedimiento anterior para la segunda capa, finalmente se llenó el recipiente totalmente y se apisonó otra vez. Luego se registró el peso del recipiente más su contenido, y el peso del recipiente.

d) Materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado N° 200 por lavado en agregados (NTP 400.018 - ASTM C 117)

Equipos

- **Tamices:** N° 16 y 200
- **Recipientes:** Con suficiente capacidad para contener la muestra con agua y al mismo tiempo permita realizar movimientos vigorosos.
- **Balanza:** Con sensibilidad de 1 g.
- **Estufa:** Con capacidad de conservar la muestra a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

- Se obtuvo la muestra realizando cuarteo manual, para conseguir una muestra adecuada. Véase Tabla 20.

Tabla 20

Tamaño de muestra para ensayo de materiales más finos que pasan por el tamiz 75 μ m

Tamaño máximo nominal del agregado	Cantidad mínima (g)
4.75 mm (N° 4) o más pequeño	300
9.5 mm (3/8 pulg)	1000
19 mm (3/4 pulg)	2500
37.5 mm (1 1/2 pulg) o más grande	5000

Fuente: (NTP 400.018, 2013, p. 4)

- Se secó la muestra en el horno, hasta obtener un peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, se dejó enfriar la muestra hasta que esta fue manejable y se determinó su masa.
- Una vez determinado el tamaño de la muestra se realizó el ensayo aplicando el procedimiento A (lavado con agua), el cual consistió en colocar agua al agregado, después se agito con el objetivo de apartar los materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado N° 200 de las arenas grandes, y llevando el material más fino a la suspensión.
- Este procedimiento se realizó una y otra vez hasta obtener agua clara, luego se regresó la arena retenida en el tamiz normalizado 75 μ m al recipiente y posteriormente se le ubico en la estufa a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

e) Resistencia a la degradación en agregados gruesos por abrasión (NTP 400.019 - ASTM C131)

Equipos

- **Máquina de los Ángeles**
- **Tamices:** De acuerdo a la gradación.
- **Estufa:** Con capacidad de conservar la muestra a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- **Balanza:** con capacidad de 8000 gramos.
- **Carga:** Consiste en un número determinado de esferas, generalmente de acero. La cantidad de esferas depende de la gradación de la muestra. Véase Tabla 21.

Tabla 21
Carga Abrasiva

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: (NTP 400.019, 2014, p. 5)

Procedimiento

- Se lavó la muestra y puso a la estufa a la que se calibro para que proporcione una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C. La muestra se redujo según la gradación de la Tabla 22, tratando de obtener las cantidades de agregado grueso lo más cercano posible al rango establecido.

Tabla 22

Cantidad de muestras para realizar el ensayo de resistencia a la degradación por abrasión

Medida del tamiz (Abertura cuadrada)				Masa de tamaño indicado, g			
Que Pasa		Retenida sobre		Gradación			
Tamiz	(mm)	Tamiz	(mm)	A	B	C	D
1 1/2"	37.5	1"	25.0	1250 ± 25	-	-	-
1"	25.0	3/4"	19.0	1250 ± 25	-	-	-
3/4"	19.0	1/2"	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
1/2"	12.5	3/8"	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
3/8"	9.5	1/4"	6.3	-	-	2500 ± 10	-
1/4"	6.3	Nº 4	4.75	-	-	2500 ± 10	-
Nº 4	4.75	Nº 8	2.36	-	-	-	5000 ± 10
Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: (NTP 400.019, 2014, p. 6)

- Se colocó la muestra obtenida e incluida la carga abrasiva a la Máquina de los Ángeles para hacerlo rotar 500 veces con velocidades entre 30 - 33 rpm. Posteriormente se retiró la muestra del tambor y se pasó por el tamiz Nº 12.
- El material que no paso por el tamiz fue lavado y colocado a la estufa una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C.

f) Densidad relativa y absorción del agregado grueso (NTP 400.021 - ASTM C 127)

Equipos

- **Balanza:** Con capacidad de 8000 gramos y provista con un equipo para poder introducir el cesto de malla con la muestra en el tanque de agua, esto debajo de la balanza.
- **Recipiente para muestra:** Cesto de malla con rendija (N° 6) o de malla fina. Con una capacidad de 4 a 6 litros.
- **Tanque de agua:** Recipiente hermético, donde se introduce la malla con la muestra mientras está suspendida debajo de la balanza.
- **Tamices:** Tamiz N° 4
- **Horno:** Capaz de conservar la muestra a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

- Se redujo la cantidad de muestra mediante cuarteo hasta obtener una masa según lo indicado en la Tabla 23, pero rechazando todo material que pasa por el tamiz N° 4.

Tabla 23

Cantidad de muestra para el ensayo de densidad relativa

Tamaño máximo nominal mm (pulg.)	Masa mínima de muestra ensayada kg (lb)
12.50 (1/2) o menor	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.50 (1 1/2)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 1/2)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

Fuente: (NTP 400.021, 2013, p. 8)

- Ya que los datos de densidad relativa y absorción fueron utilizados en diseños de mezcla, se utilizó agregado en estado natural, es por esto que se procedió a sumergir la muestra en agua, durante un tiempo de 24 horas.
- Se retiró la muestra del recipiente y se revolvió sobre una tela absorbente para eliminar las partículas superficiales de agua, luego se determinó su masa en la condición de superficie saturada seca.
- Inmediatamente se puso el agregado saturado superficialmente seco en la canastilla de malla para registrar su masa aparente en el agua.
- Posteriormente se colocó la muestra a secar en la estufa a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, finalmente se puso a enfriar la muestra y se determinó su peso.

g) Densidad relativa y absorción del agregado fino (NTP 400.022 - ASTM C 128)

Equipos

- **Balanza:** Con sensibilidad de 0.1 g.
- **Picnómetro:** Frasco volumétrico de 500 cm³ (fiola).
- **Equipo para determinar la humedad superficial:** Consta de un molde en forma de tronco con dimensiones de 90 ± 3 mm de diámetro interno en la parte interior y en la parte superior presenta un diámetro interior de 40 ± 3 mm. Una barra compactadora metálica, en un extremo una cara plana circular para realizar el apisonamiento, este presenta una masa de 340 ± 15 g y diámetro de 25 ± 3 mm.
- **Horno:** Capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento

- Ya que los datos de densidad relativa y absorción fueron utilizados en el diseño de mezcla (se utilizó el material en estado natural),

se procedió a sumergir unos 1000 g de agregado en un recipiente con agua, alrededor de unas 24 horas.

- Se sacó la abundancia de agua evitando la perder finos, luego se extendió el agregado sobre una zona impermeable y se procedió a pasar por la muestra una corriente delicada de aire caliente producida por una secadora y removiendo para garantizar un secado uniforme.
- La prueba de humedad superficial se realizó cuando aún existían algunas partículas de agua en la muestra, se continuó exponiendo a la corriente de aire caliente y realizando la prueba en intervalos de tiempos moderados hasta lograr que la muestra se desprendiera ligeramente al retirar el cono, indicando así que se logró obtener agregado saturado con superficie seca.
- Una vez que se tuvo 500 ± 10 g de arena saturada superficialmente seca se colocó en la fiola, y se llenó el agua hasta casi toda su capacidad. Para desaparecer el aire presente al interior de la fiola se giró sobre una superficie y también se movió manualmente, después se dejó reposar por un tiempo prudencial hasta que las partículas superficiales desciendan al fondo.
- Luego se colocó o saco agua según fuese el caso para tener la fiola llena de material y agua hasta llegar a la medida de calibración, esto con la finalidad de determinar la masa de fiola, muestra y agua.
- Luego se retiró la muestra de la fiola teniendo cuidado de no perder muestra, se puso en un recipiente y luego al horno a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, después se retiró el agregado fino y se puso al aire libre durante $1 \pm \frac{1}{2}$ h para enfriar y determinar la masa de la muestra
- Un dato importante para los cálculos es determinar la masa del picnómetro (fiola) con agua hasta su línea de calibración.

h) Humedad total evaporable de agregados por secado (NTP 339.185 - ASTM C 566)

Equipos

- **Balanza:** De capacidad igual a 8000 g
- **Puente de calor (Estufa):** Capaz de conservar la muestra a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- **Recipientes para muestra:** Depósitos aptos a soportar altas temperaturas y con capacidad de aguantar el peso de la muestra.
- **Cucharón:** Para manipular la muestra.

Procedimiento

- Se realizó cuarteo manual hasta lograr una muestra con masa no menor que las cantidades mostradas en la Tabla 24. La muestra fue protegida para evitar perder humedad antes de pesarla.

Tabla 24

Cantidad de muestra para el ensayo de contenido de humedad

Tamaño máximo de las partículas mm (pulg.)	Masa mínima de muestra kg
4.75 (0.187) (N° 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
25.0 (1)	4.0
37.5 (1 1/2)	6.0
50.0 (2)	8.0
63.0 (2 1/2)	10.0
75.0 (3)	13.0
90.0 (3 1/2)	16.0
100.0 (4)	25.0
150.0 (6)	50.0

Fuente: (NTP 339.185, 2013, p. 5)

- El agregado húmedo fue depositado en un recipiente y se observó la masa del recipiente más el agregado húmedo, luego se puso la muestra en la estufa a una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Finalmente se determinó el peso de la muestra esperando que este frío para no deteriorar la balanza.

i) Abundamiento

Equipos

- **Probeta graduada:** Capacidad de 500 ml

Procedimiento

- Se colocó en la probeta graduada alrededor de las $\frac{3}{4}$ de su volumen con la muestra de arena, anotándose su volumen.
- Luego la muestra se sacó cuidadosamente y se colocó en un recipiente tratando de evitar la pérdida de ésta, después se llenó la probeta graduada de agua hasta sus $\frac{3}{4}$ de su volumen.
- Finalmente se colocó la muestra en la probeta con agua muy lentamente, mientras se añadía la arena se agitó el agua haciendo que todos los granos se asienten. Se anotó el nuevo volumen de la muestra.

3.5.3. Elaboración de diseños de mezcla

Los diseños de mezcla para concreto fueron elaborados para resistencias mecánicas de 175 y 210 kg/cm², para todos los casos se utilizó Cemento Pacasmayo Tipo I (bolsa verde) y agregados procedentes de canteras de cerro y río. Esto utilizando la metodología ACI, comité 211.

Procedimiento

Obtenidas las propiedades tanto del agregado fino y del agregado grueso, se empezó a elaborar los diseños de mezcla para $f'c = 175$ y 210 kg/cm², teniendo en cuenta los siguientes pasos según la metodología ACI.

a) Determinación del $f'cr$

Conociendo la resistencia a compresión solicitada en nuestros diseños, se determinó la resistencia mecánica promedio solicitada ($f'cr$) tomando como punto de partida la Tabla 9 que vendría a ser un factor de seguridad que se da al diseño para logra llegar a la resistencia.

b) Obtención del tamaño máximo nominal

Este parámetro es obtenido de la distribución granulometría del agregado grueso. Para este trabajo de investigación se tuvo que este parámetro fue de 1" para todos los agregados gruesos analizados.

c) Elección del asentamiento (Slump)

Teniendo como base la Tabla 10 y las recomendaciones de tener concretos trabajables en obra, se eligió diseños con asentamientos de 3" - 4".

d) Determinación del contenido de aire

Teniendo que la mayoría de concretos en obra mayormente son trabajados sin aire incorporado, se tomó datos de la Tabla 11 donde se obtuvo un porcentaje de aire en relación al tamaño máximo nominal.

e) Volumen unitario de agua

Es la cantidad de agua utilizada para la preparación de mezcla, dicho valor se tomó de la Tabla 12, para esto fue necesario tener consideración la distribución granulométrica del agregado (TMN), slump y el uso de aditivo incorporador de aire.

f) Obtención de la relación a/c

Se utilizó la Tabla 13, teniendo en cuenta la resistencia promedio requerida y si tiene presencia de aire incorporado. Se encontró la relación a/c para los casos de $f'_{cr} = 245$ y 294 kg/cm^2 . Luego se calculó el factor cemento, este se obtuvo al dividir la cantidad inicial de litros por metro cubico y la relación agua-cemento, posteriormente este resultado es convertido de kilogramos a bolsas.

g) Cantidad del agregado grueso

Según la Tabla 14, teniendo el tamaño máximo nominal y el módulo de finura de los agregados, se obtuvo el coeficiente b/b_0 , y este al ser

multiplicado por la densidad de masa del agregado grueso nos resulta el total de agregado expresado en kilogramos.

h) Cantidad de agregado fino

Una vez que se obtuvo el total de agregado grueso, este fue convertido juntamente al cemento con el agua y la cantidad de aire atrapado en volúmenes y se sumó; luego se sacó la diferencia de estos con el volumen para un metro cubico y este volumen restante es el volumen del agregado fino que al ser multiplicado con su densidad relativa nos resultó el peso del agregado fino en kilogramos.

i) Corrección del peso de los agregados por humedad

Una vez obtenidos la masa del cemento y agregados en estado seco, estos fueron corregidos según su humedad y absorción para obtener el agua efectiva.

3.5.4. Preparación y curado de especímenes

a) Mezclado de materiales

Se determina exactamente el peso del cemento, agregados y agua; según diseño de mezcla, especificaciones y correcciones por humedad.

Antes de colocar el material al trompo, este fue humedecido para evitar alterar la cantidad de agua. después se añadió la piedra y el agua, luego se añadió la arena, cemento y la última parte de agua, mientras este rotaba. Luego de que todos los materiales estuvieron mezclando por un periodo de 10 minutos, el contenido del trompo fue vertido en una carretilla humedecida.

b) Ensayo para determinar la temperatura en mezclas de concreto (NTP 339.184 - ASTM C94)

Equipos

- **Recipiente:** De material no absorbente.

- **Termómetro:** Con exactitud de ± 0.5 °C, dispositivo con una inmersión de 3" o menos.

Procedimiento

- Se vació la mezcla en el recipiente no absorbente (carretilla humedecida), luego se introdujo el termómetro con una profundidad aproximada de 3" por un tiempo aproximado de 2 a 5 minutos, hasta que la lectura dejó de variar.

c) Ensayo para la medición de la consistencia del concreto de cemento Portland (NTP 339.035 - ASTM C 143)

Equipos

- **Molde:** Metálico con forma de tronco de cono con dimensiones de 8" de diámetro interno en la parte inferior y en la parte superior presenta un diámetro interior de 4", y presenta una altura de 12". Además, este consta de una base sobre la cual se coloca el molde.
- **Barra compactadora:** Tubular de acero liso y con diámetro de 5/8" y con 60 cm de largo, tiene una cara de compactación redondeada a una semiesfera de 5/8" en un y en el otro extremo presenta una cara plana y recta con una graduación de hasta 6" para realizar la medida del asentamiento.
- **Dispositivo de medida:** Se realizó con la parte opuesta de compactación de la barra compactadora, la cual está marcada por incrementos de 0.25".
- **Cucharón:** Adecuado para manipular cantidades representativas de concreto, y que permita colocar al molde sin derramar.

Procedimiento

- Se empapo el molde y la plataforma, firmemente se aseguró con las aletas a la placa de la base, con el cucharón se empezó a rellenar el cono hasta la tercera parte de su capacidad.
- Se colocó una primera capa compactándola con la varilla 25 veces, repartidos sobre toda el área generada en el molde evitando golpear la base sobre la que se encuentra esta.
- Luego se rellenó una segunda capa equivalente a los $2/3$ del volumen total y se varillo nuevamente 25 golpes teniendo cuidado que esta entre levemente en la capa anterior.
- Se llena el molde poniendo poco más de su capacidad, varillando 25 veces y se apisono 25 veces entrando levemente en la capa anterior. Luego se nivelo la parte superior con la varilla compactadora y se retiró la mezcla sobrante que cayó alrededor del molde.
- Luego se levantó el molde tratando de evitar movimientos laterales o torsión, finalmente se levantó el asa de la base y se colocó por un orificio que esta tiene la varilla compactadora y se dio lectura en pulgadas del asentamiento.

d) Ensayo para determinar la densidad (peso unitario) del concreto fresco (NTP 339.046 - ASTM C 138)

Equipos

- **Balanza:** Con capacidad de 8 kg.
- **Varilla compactadora:** Varilla redonda, lisa recta de acero de espesor $5/8$ ". Con longitud de 24", esta debe tener un extremo para compactar con punta semiesférica.
- **Recipiente de medida:** De acero con forma cilíndrica, capacidad de 6 litros.
- **Barra de enrasado:** Una barra plana derecha con espesor de 3mm, 20mm de ancho y 300 mm de largo.

- **Mazo:** Con cabeza de goma y de masa aproximada de 0.60 ± 0.25 kg.
- **Cucharón:** Adecuado para manipular cantidades representativas de concreto, y que permita colocar al molde sin derramar.

Procedimiento

- Se humedeció el recipiente y se anotó el peso, luego se ubicó sobre una zona plana, nivelada y firme. Se colocó la mezcla en el molde, aproximadamente en capas de $1/3$ del volumen total. Se realizó el varillado de cada capa 25 veces uniformemente, para cada capa se compacta levemente hasta la capa anterior inferior se compacta hasta el fondo evitando dañar este. Luego de que cada capa fue compactada, se golpeó suavemente los lados del depósito de 10 a 15 veces con el mazo para lograr tapar los vacíos que resultaron de la compactación.
- Después con la barra de enrazado se pasó varias veces por la parte superior del recipiente, teniendo cuidado y dejando el recipiente completamente lleno, luego se limpió el material sobrante que tenía en el exterior y se anotó el peso del concreto más el del recipiente.

e) Ensayo para determinar el contenido de aire del concreto mediante método por presión (NTP 339.083 - ASTM C 231)

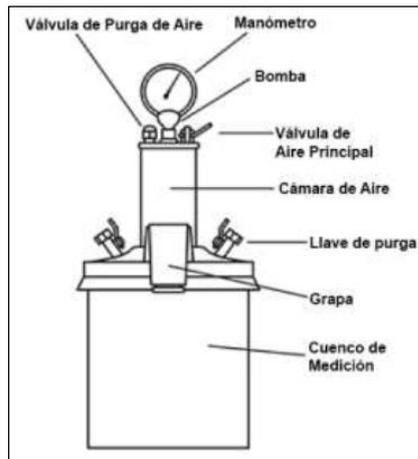
Equipos

- **Medidor de aire:** Conformado por un cuenco de medición y un sistema de tapa. Mostrada en la Figura 8
- **Cuenco de medición (molde):** De acero con forma cilíndrica, de diámetro igual a 1.25 veces la altura con capacidad de 6 litros o (0.20 pie^3).
- **Sistema de tapa:** De acero con ajuste hermético a presión entre la tapa y el cuenco de medición.

La tapa estará dotada por un medio para lectura directa del contenido de aire, deberá ajustarse con válvulas de aire, llaves de purga para drenar o agregar agua.

Figura 8

Cámara de aire vertical para ensayo de contenido de aire



Fuente: (ASTM C 231, 2014, p. 4)

- **Varilla compactadora:** Redondeada, recta de acero liso con 5/8" de diámetro y 24" de longitud, esta debe tener un extremo para compactar con punta semiesférica, también es aceptable la varilla que se utiliza en la NTP 339. 035 - ASTM C 143.
- **Mazo:** Cabeza de goma con peso aproximado de 0.60 ± 0.25 kg.
- **Barra de enrazado:** Una barra plana derecha con espesor, de 3mm, 20mm de ancho y 300 mm de largo.
- **Embudo:** Con el conducto ajustado dentro de un tubo de rociador.
- **Cucharón:** Adecuado para manipular cantidades representativas de concreto, y que permita colocar al molde sin derramar.

Procedimiento

- Se empapó el molde y se ubicó sobre una plataforma a nivel y firme. Luego se colocó la mezcla en el recipiente en capas de 1/3 del volumen total. Cada una de las capas se compacto 25 veces uniformemente con la varilla por el extremo redondeado, para el

caso de la primera capa se compacto hasta el fondo evitando dañar la base y para las capas restantes se compacto hasta ligeramente la capa anterior. Luego de la compactación de la última capa, se golpeó los lados del recipiente vigorosamente con el mazo de goma, esto se realizó de 10 a 15 veces para eliminar los vacíos causado por la compactadora.

- Luego de eliminar los vacíos de la varilla compactadora se procedió a enrazar con la regla deslizando esta por la parte superior haciendo un movimiento de aserrado, se limpió los bordes, se colocó la tapa y se cerró herméticamente.
- Con el embudo de plástico, se inyectó agua por llave de purga, hasta que el agua brote sin aire por la llave opuesta. Después se cerró las llaves y se bombeo aire al interior del molde.
- Una vez que se logró poner el manómetro a la línea inicial, se abrió la válvula de aire principal y se tomó la lectura del contenido de aire.

f) Elaboración de probetas (NTP 339.183 - ASTM C 192)

Equipos

- **Moldes de 6" x 12"**: Cilíndricos, de acero, probeta estándar utilizada para elaborar especímenes de concreto.
- **Varilla compactadora**: Redondeada, recta de acero liso con 5/8" de diámetro y 24" de longitud, esta debe tener un extremo con punta esférica para compactar.
- **Mazo**: Con cabeza de goma.
- **Herramientas pequeñas**: Planchas, badilejos, cucharones, reglas, guantes de goma y tazones metálicos.

Procedimiento

Una vez comprobado el slump, determinada la densidad y el porcentaje de aire presente en el concreto fresco, se empezó a rellenar las probetas cilíndricas como sigue:

- Se pasó aceite a los moldes, luego estas fueron colocadas en lugares planos y fijos. Se colocó la mezcla de concreto en las probetas con la ayuda del cucharón, relleno la probeta en tres partes (capas) compactando 25 veces cada una. Luego se golpeó la parte exterior de las probetas entre 10 a 15 veces después de haber apisonado cada capa.
- Se niveló la parte superior e igualó la superficie con el badilejo, posteriormente a esto se cubrió la parte superior con bolsas plásticas evitando la evaporación del agua hasta que la mezcla haya endurecido.

g) Curado de especímenes

Luego de las 24 ± 8 horas del vaciado, se retiró los especímenes de las probetas y se colocó su identificación según su composición y posteriormente fueron colocadas a la poza de curado, y se las mantuvo ahí hasta el día de rotura.

3.5.5. Rotura de especímenes de concreto

Los ensayos de rotura a la compresión de especímenes de concreto se realizaron según (NTP 339.034 - ASTM C 39), estos fueron desarrollados en las instalaciones del Laboratorio de ensayo de materiales - Facultad de Ciencias de la Ingeniería - UNACH.

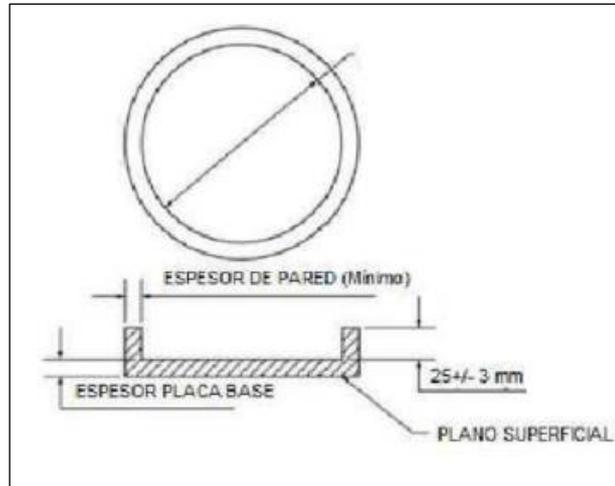
Equipos

- **Balanza:** Con capacidad de 150 kg.
- **Vernier:** Automático con medida en mm.
- **Máquina de compresión axial:** Con capacidad de aplicar carga continuamente a una velocidad de esfuerzo de 0.25 ± 0.05 MPa/s sobre el espécimen.
- **Accesorios de retención:** Un par de accesorios metálicos utilizados para proporcionar el apoyo y alineación de las almohadillas de

neopreno. El espesor del anillo de retención y de la placa base fue de 12 mm.

Figura 9

Anillos de retención y placa base para ensayo a compresión



Fuente: (NTP 339.216, 2016, p. 5)

- **Almohadillas:** Hechas de policloropreno (neopreno), con espesor de 13 ± 2 mm y de diámetro interior no menor en 2mm que el anillo de retención. Teniendo en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 25

Características de almohadillas de policloropreno

Resistencia a la compresión MPa	Dureza Shore A Durómetro	Ensayo de calificación requerido	Máximo de re-usos
Menor de 10	---	No permitido	---
10 a 40	50	Ninguno	100
17 a 50	60	Ninguno	100
28 a 50	70	Ninguno	100
50 a 80	70	Requerido	50
Mayor que 80	---	No permitido	---

Fuente: (NTP 339.216, 2016, p. 6)

Procedimiento

- Se sacó de la poza de curado a las probetas, teniendo en cuenta la tolerancia permisible de la Tabla 26 según la edad a ensayar.

Tabla 26

Tolerancia permisible para rotura de especímenes según edad

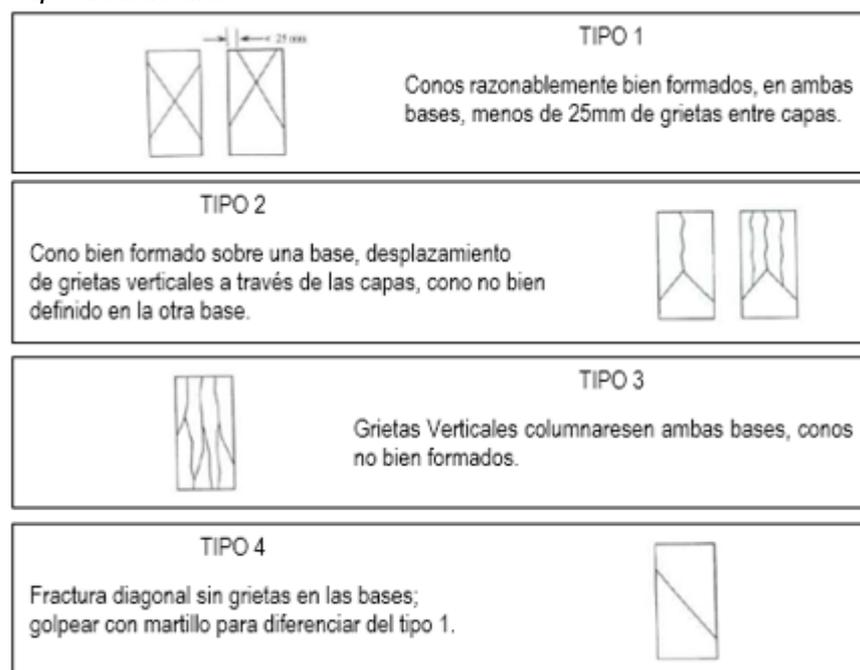
Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h ó 2.1 %
3 d	± 2 h ó 2.8 %
7 d	± 6 h ó 3.6 %
28 d	± 20 h ó 3.0 %
90 d	± 48 h ó 2.2 %

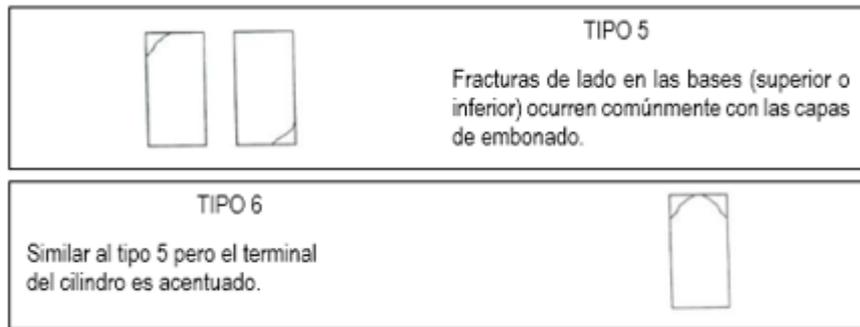
Fuente: (NTP 339.034, 2008, p. 11)

- Se secó superficialmente las caras de los especímenes con un paño absorbente, Luego se determinó el diámetro, altura y peso, para ingresar los valores en la máquina de compresión axial.
- Posteriormente se ubicó el espécimen en los anillos de retención con su respectiva almohadilla, se acondiciono el espécimen en la máquina. Luego se colocó las dimensiones del espécimen en la pantalla de la prensa hidráulica y se empieza a aplicar la carga hasta que la probeta se rompió y se tomó nota la carga máxima. Finalmente se observó el tipo de fractura que sufrió y se clasifico según el patrón de tipo de fractura.

Figura 10

Tipo de fractura





Fuente: (NTP 339.034, 2008, p. 15)

3.5.6. Análisis de costos

Una vez obtenidos las cantidades de agregado, cemento y agua para cada diseño se procedió al cálculo de costos para 1m³ de concreto, pero debido a que en la mayoría de los casos no alcanzaron la resistencia de diseño se utilizó la Ley de Powers para obtener las cantidades exactas de diseño para resistencias de 175 y 210 kg/cm².

- Se utilizó como dato inicial la resistencia obtenida para cada diseño, luego se reemplaza este dato en la fórmula 2 y se obtiene la relación gel/espacio (x_i). Luego se reemplaza valores de relación a/c y (x_i) para determinar el grado de hidratación de la mezcla inicial.
- Luego se toma los datos de resistencia según fuera el caso de 175 o 210 kg/cm², y se reemplaza en la ecuación los datos del grado de hidratación de la mezcla y relación gel/espacio (x_{ii}) para obtener así la nueva relación de agua-cemento. Anexo H
- Con las nuevas relaciones a/c se calculó las cantidades de agregado por diseño y se determinó los costos unitarios. Anexos I y J

3.6 Procesamiento y análisis de datos

Una vez realizada la observación de campo, ensayos de laboratorio y la toma de datos. Se realizó la organización de información mediante software como Microsoft Office (Excel); con el cual se elaboró cuadros, ilustraciones y se obtuvo porcentajes los que servirán para contrastar con los objetivos y redactar las conclusiones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de los materiales

4.1.1. Agregados

- Cantera Conchán (**C1**): Agregado fino
- Cantera San Juan del Suro (**C2**): Agregado grueso
- Cantera Los Reyes (**C3**): Agregado grueso
- Cantera río Doña Ana (**C4**): Agregado fino y grueso
- Cantera río Chotano (**C5**): Agregado fino y grueso

4.1.2. Cemento

- Pacasmayo Tipo I: Con densidad relativa de 3.08 g/cm³.

4.1.3. Agua

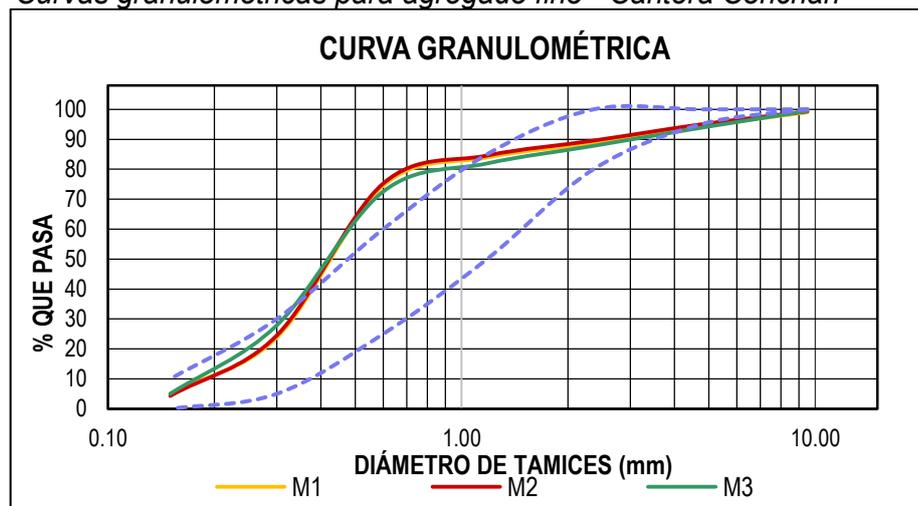
- Para esta investigación se utilizó agua potable, con una densidad relativa de 1.00 g/cm³.

4.2. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas

4.2.1. Cantera Conchán

Figura 11

Curvas granulométricas para agregado fino - Cantera Conchán



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27*Propiedades físicas del agregado fino - Cantera Conchán*

PROPIEDADES	
Forma	Irregular
Módulo de finura	2.30
Densidad relativa de masa (g/cm ³)	2.58
Absorción (%)	0.98
Densidad de masa suelto (kg/m ³)	1456
Densidad de masa compactado (kg/m ³)	1577
Superficie específica (cm ² /g)	50.12
Densidad relativa con superficie seca (g/cm ³)	2.60
Densidad relativa aparente (g/cm ³)	2.65
Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (%)	4.48
Abundamiento máximo (%)	25.29

Fuente: Elaboración propia

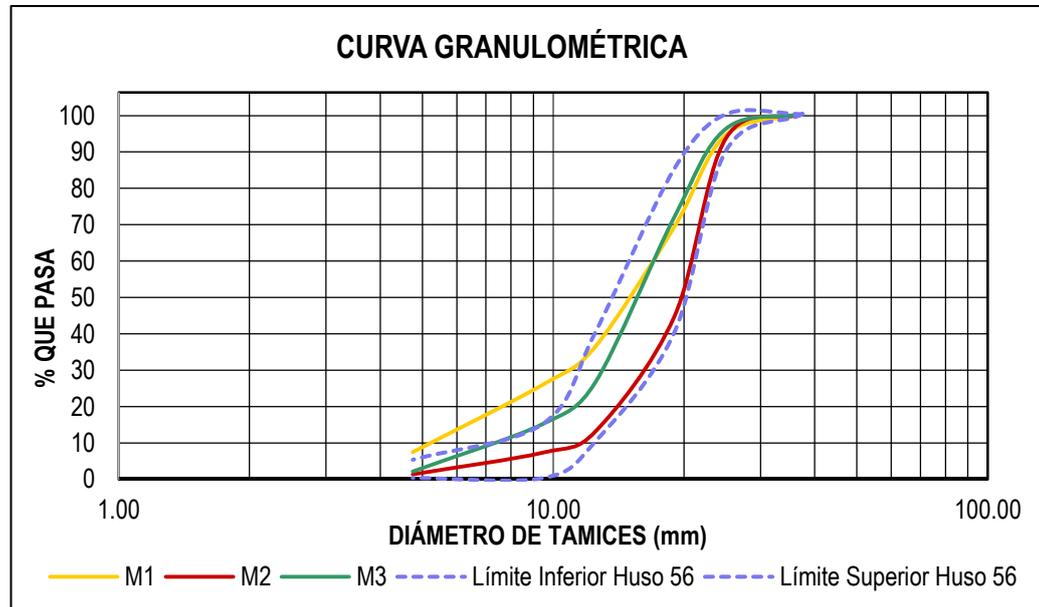
Análisis:

- Comparando la Figura 11 y los límites granulométricos establecidos en la Tabla 4, muestra que la curva granulométrica no cumple en su totalidad con el huso granulométrico, por lo tanto, el agregado no está bien gradado. El módulo de finura se encuentra entre el rango de (2.3 - 3.1) según lo estipulado en la NTP 400.037.
- Las partículas tienen una forma irregular y según su absorción tiene una porosidad de 0.98%.
- Según la Tabla 5, el porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (N° 200), es adecuado siempre y cuando esta se utilice para concretos no sujetos a abrasión.
- El abultamiento máximo se tendrá cuando el agregado alcance un 6.96% de contenido de humedad.

4.2.2. Cantera San Juan del Suro

Figura 12

Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro



Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro

PROPIEDADES	
Forma	Angular
Tamaño máximo nominal (")	1
Tamaño máximo (")	1 ½
Módulo de finura	7.25
Densidad relativa de masa (g/cm ³)	2.61
Absorción (%)	1.25
Densidad de masa suelto (kg/m ³)	1414
Densidad de masa compactado (kg/m ³)	1454
Superficie específica (cm ² /g)	0.94
Densidad relativa con superficie seca (g/cm ³)	2.64
Densidad relativa aparente (g/cm ³)	2.69
Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (%)	0.49
Abrasión (%)	27.06

Fuente: Elaboración Propia

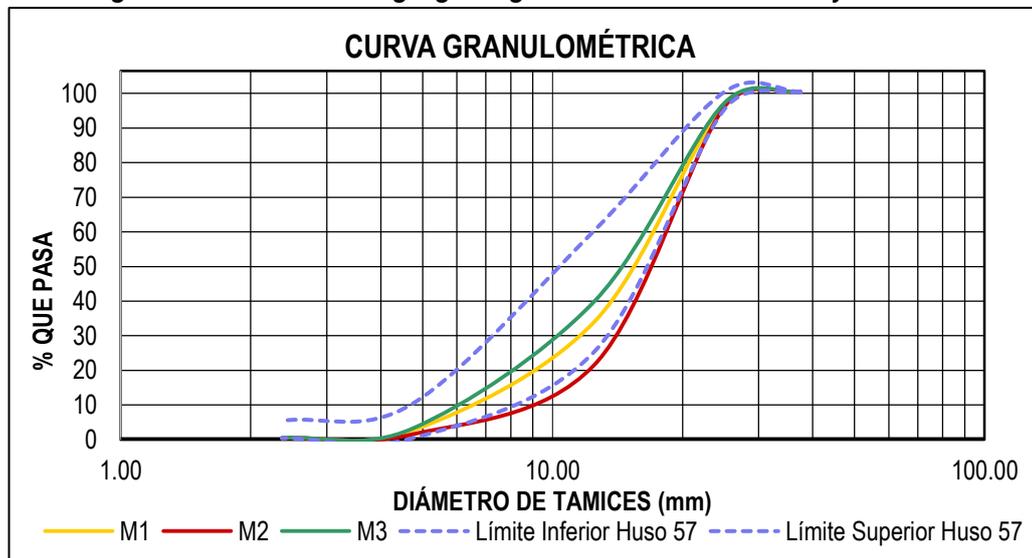
Análisis:

- Según se observa en la Figura 12 y está siendo comparada con la Tabla 9, muestra que la granulometría cumple con el huso granulométrico 56, por lo tanto, el agregado está bien gradado.
- El tamaño máximo nominal del agregado es de 1" y tiene un módulo de finura de 7.25.
- Las partículas tienen una forma angular, una textura rugosa y según su absorción tiene una porosidad del 1.25%.
- Según la Tabla 5, el porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (Nº 200) no debe pasar el 1%, esto indica que es adecuada.
- Según se muestra en la Tabla 28 y está siendo comparada con la Tabla 8, se tiene un desgaste a la resistencia por abrasión $< 50\%$ lo que quiere decir que cumple con la NTP 400.037.

4.2.3. Cantera Los Reyes

Figura 13

Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera Los Reyes



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29*Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera Los Reyes*

PROPIEDADES	
Forma	Angular
Tamaño máximo Nominal (")	1
Tamaño máximo (")	1 ½
Módulo de finura	7.14
Densidad relativa de masa (g/cm ³)	2.62
Absorción (%)	1.03
Densidad de masa suelto (kg/m ³)	1403
Densidad de masa compactado (kg/m ³)	1469
Superficie específica (cm ² /g)	1.09
Densidad relativa con superficie seca (g/cm ³)	2.65
Densidad relativa aparente (g/cm ³)	2.70
Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (%)	0.27
Abrasión (%)	25.28

Fuente: Elaboración Propia

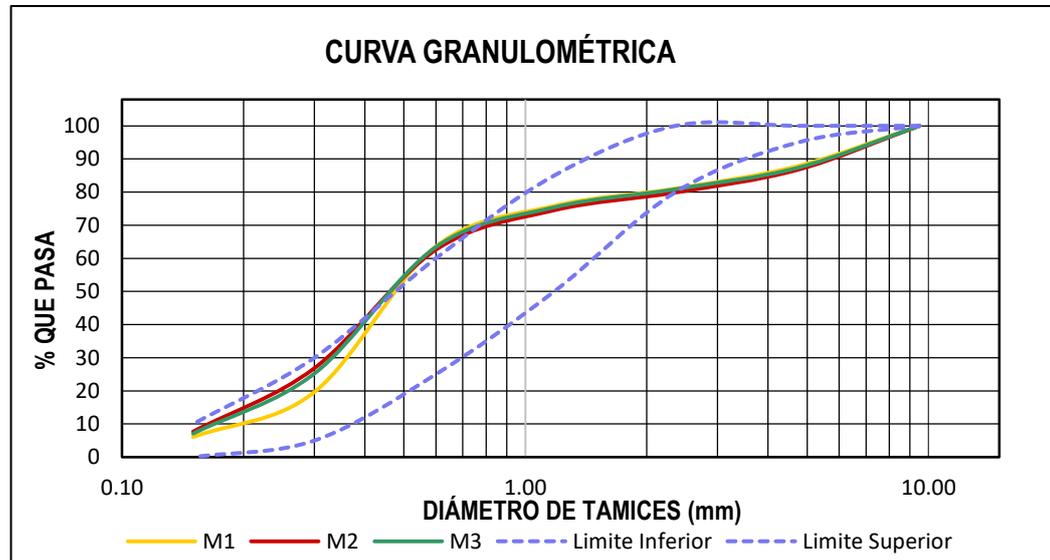
Análisis:

- Según se observa en la Figura 13 y está siendo comparada con la Tabla 7, muestra que la granulometría cumple con el huso granulométrico 57, por lo tanto, el agregado está bien gradado.
- El tamaño máximo nominal del agregado es de 1" y tiene un módulo de finura de 7.14
- Las partículas tienen una forma angular, una textura rugosa y según su absorción tiene una porosidad del 1.03%.
- Según la Tabla 6, el porcentaje materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (N° 200) no debe pasar el 1%, esto indica que es adecuada.
- Según se muestra en la Tabla 29 y está siendo comparada con la Tabla 8, se tiene un desgaste a la resistencia por abrasión < 50% lo que quiere decir que cumple con la NTP 400.037.

4.2.4. Cantera río Doña Ana

Figura 14

Curvas granulométricas del agregado fino - Cantera Doña Ana



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30

Propiedades físicas del agregado fino - Cantera río Doña Ana

PROPIEDADES	
Forma	Redondeada
Módulo de finura	2.63
Densidad relativa de masa (g/cm ³)	2.42
Absorción (%)	3.42
Densidad de masa suelto (kg/m ³)	1485
Densidad de masa compactado (kg/m ³)	1593
Superficie específica (cm ² /g)	45.34
Densidad relativa con superficie seca (g/cm ³)	2.51
Densidad relativa aparente (g/cm ³)	2.65
Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (%)	7.57
Abundamiento máximo (%)	28.55

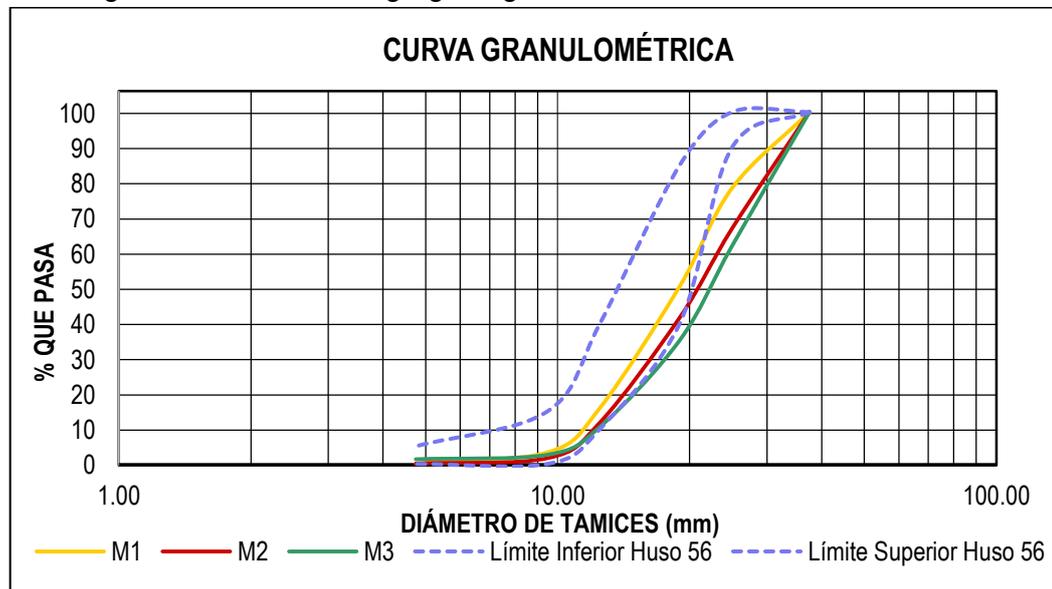
Fuente: Elaboración Propia

Análisis:

- Comparando la Figura 14 y los límites establecidos en la Tabla 4, se muestra que la curva granulométrica no cumple en su totalidad con el huso granulométrico, por lo tanto, el agregado no está bien gradado.
- Su módulo de finura se encuentra en el intervalo de (2.3 - 3.1) según lo estipulado en la NTP 400.037.
- Las partículas tienen una forma redondeada y según su absorción tiene una porosidad de 3.92%.
- Según la Tabla 5, el porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200), no es adecuada ya que supera los límites establecidos.
- El abultamiento máximo se tendrá cuando el agregado alcance un 8.75% de contenido de humedad.

Figura 15

Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera río Doña Ana



Fuente: Elaboración propia

Tabla 31*Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera río Doña Ana*

PROPIEDADES	
Forma	Redondeada
Tamaño máximo nominal (")	1
Tamaño máximo (")	1 ½
Módulo de finura	7.85
Densidad relativa de masa (g/cm ³)	2.59
Absorción (%)	1.45
Densidad de masa suelto (kg/m ³)	1566
Densidad de masa compactado (kg/m ³)	1644
Superficie específica (cm ² /g)	0.56
Densidad relativa con superficie seca (g/cm ³)	2.63
Densidad relativa aparente (g/cm ³)	2.69
Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (%)	0.28
Abrasión (%)	25.23

Fuente: Elaboración propia

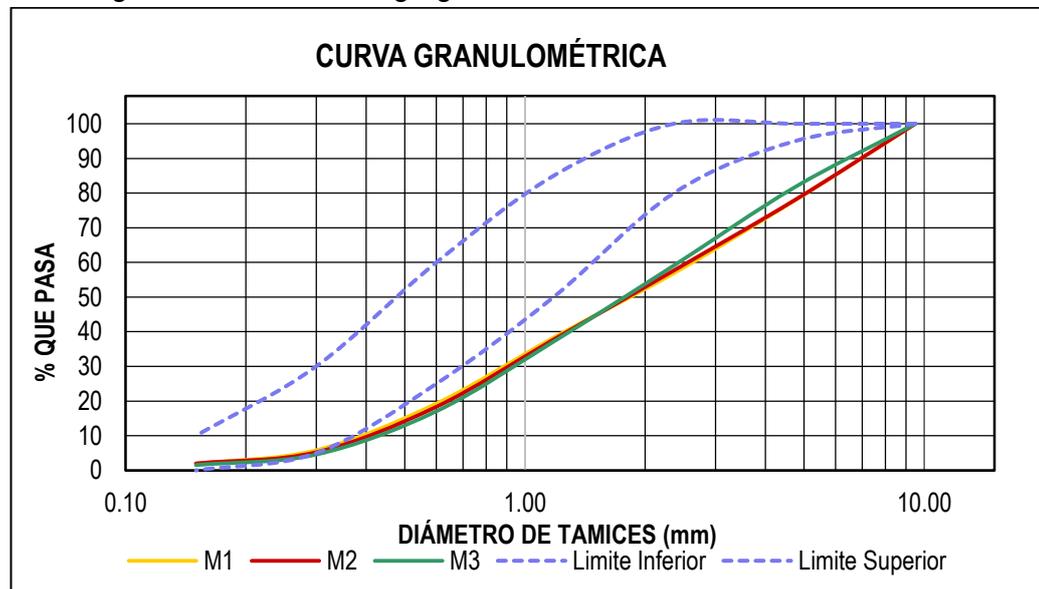
Análisis:

- Según se observa en la Figura 15 y está siendo comparada con la Tabla 7, muestra que la granulometría no cumple con el huso granulométrico 56, por lo tanto, el agregado está mal gradado.
- El tamaño máximo nominal del agregado es de 1" y tiene un módulo de finura de 7.85
- Los granos presentan una forma redondeada y según su absorción tiene una porosidad del 1.03%.
- Según la Tabla 6, el porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (N° 200) no debe pasar el 1%, por lo tanto, es adecuada.
- Según se muestra en la Tabla 31 y está siendo comparada con la Tabla 8, se tiene un desgaste a la resistencia por abrasión < 50% lo que quiere decir que cumple con la NTP 400.037.

4.2.5. Cantera río Chotano

Figura 16

Curvas granulométricas del agregado fino - Cantera río Chotano



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32

Propiedades físicas del agregado fino - Cantera río Chotano

PROPIEDADES	
Forma	Redondeada
Módulo de finura	4.00
Densidad relativa de masa (g/cm ³)	2.54
Absorción (%)	2.34
Densidad de masa suelto (kg/m ³)	1641
Densidad de masa compactado (kg/m ³)	1778
Superficie específica (cm ² /g)	20.37
Densidad relativa con superficie seca (g/cm ³)	2.60
Densidad relativa aparente (g/cm ³)	2.71
Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (%)	4.95
Abundamiento máximo (%)	19.07

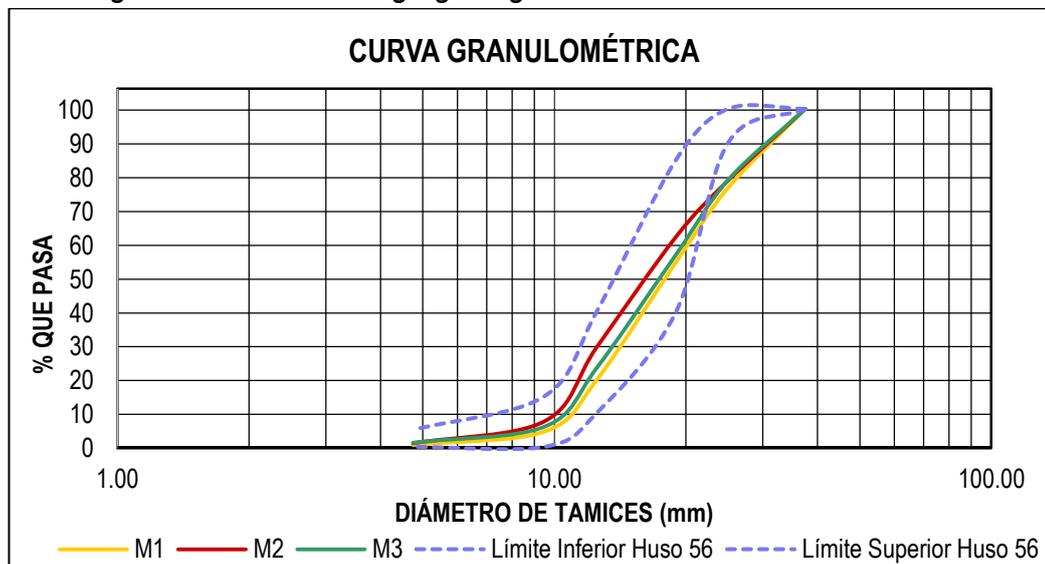
Fuente: Elaboración propia

Análisis:

- Comparando la Figura 16 y los límites establecidos por la Tabla 4, muestra que la curva granulométrica no cumple con el huso granulométrico, por lo tanto, el agregado no está bien gradado.
- El módulo de finura obtenido es de 4.0, el cual no se encuentra en el rango de (2.3 - 3.1) según lo estipulado en la NTP 400.037.
- Las partículas tienen una forma redondeada y según su absorción tiene una porosidad de 2.34%.
- Según la Tabla 5, el porcentaje de materiales más fino que pasa por el tamiz N° 200, es adecuada siempre y cuando esta se utilice para concretos no sujetos a abrasión.
- El abultamiento máximo se tendrá cuando el agregado alcance un 5.24% de contenido de humedad.

Figura 17

Curvas granulométricas del agregado grueso - Cantera río Chotano



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33*Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso - Cantera río Chotano*

PROPIEDADES	
Forma	Redondeada
Tamaño máximo nominal (")	1
Tamaño máximo (")	1 ½
Módulo de finura	7.57
Densidad relativa de masa (g/cm ³)	2.60
Absorción (%)	1.21
Densidad de masa suelto (kg/m ³)	1596
Densidad de masa compactado (kg/m ³)	1678
Superficie específica (cm ² /g)	0.76
Densidad relativa con superficie seca (g/cm ³)	2.63
Densidad relativa aparente (g/cm ³)	2.68
Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (%)	0.78
Abrasión (%)	22.21

Fuente: Elaboración propia

Análisis:

- Según se observa en la Figura 17 y está siendo comparada con la Tabla 7, se observa que la curva granulométrica no cumple con el huso granulométrico 56, por lo que, el agregado está mal gradado.
- El tamaño máximo nominal del agregado es de 1" y tiene un módulo de finura de 7.57.
- Los granos presentan una forma redondeada y según su absorción tiene una porosidad del 1.21%.
- Según la Tabla 6, el porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (N° 200) no debe pasar el 1%, lo que indica que es adecuada.
- Según se muestra en la Tabla 33 y está siendo comparada con la Tabla 8, se tiene un desgaste a la resistencia por abrasión < 50% lo que quiere decir que cumple.

4.3. Cantidad de materiales diseños de mezcla

Tabla 34

Cantidad de materiales para diseños de mezcla $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Variables	Canteras	San Juan del Suro Conchán	Los Reyes Conchán	Río Doña Ana	Río Chotano
1. Pesos corregidos por humedad					
Cemento		307 kg	307 kg	307 kg	307 kg
Agregado fino		799 kg	782 kg	690 kg	908 kg
Agregado grueso		1054 kg	1061 kg	1140 kg	945 kg
Agua efectiva		159 lt	170 lt	151 lt	150 lt
2. Proporciones					
Peso		1: 2.6: 3.4 22.0 lt/Bls	1: 2.5: 3.5 23.5 lt/Bls	1: 2.2: 3.7 20.9 lt/Bls	1: 3.0: 3.1 20.7 lt/Bls
Volumen (balde 20 litros)		1: 3.8: 5.2: 1.1 b/Bls	1: 3.7: 5.2: 1.2 b/Bls	1: 3.2: 5.0: 1.0 b/Bls	1: 3.8: 4.1: 1.0 b/Bls

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

Cantidad de materiales para diseños de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Variables	Canteras	San Juan del Suro Conchán	Los Reyes Conchán	Río Doña Ana	Río Chotano
1. Pesos corregidos por humedad					
Cemento		346 kg	346 kg	346 kg	346 kg
Agregado fino		765 kg	749 kg	657 kg	875 kg
Agregado grueso		1054 kg	1065 kg	1140 kg	945 kg
Agua efectiva		160 lt	168 lt	153 lt	152 lt
2. Proporciones					
Peso		1: 2.2: 3.0 19.7 lt/Bls	1: 2.2: 3.1 20.7lt/Bls	1: 1.9: 3.3 18.8 lt/Bls	1: 2.5: 2.7 18.7lt/Bls
Volumen (balde 20 litros)		1: 3.2: 4.6: 1.0 b/Bls	1: 3.2: 4.7: 1.0 b/Bls	1: 2.7: 4.5: 0.9 b/Bls	1: 3.3: 3.6: 0.9 b/Bls

Fuente: Elaboración propia

4.4. Análisis de las características del concreto fresco

Tabla 36

Propiedades del concreto fresco para diseños $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Propiedades	Canteras	San Juan del Suro Conchán	Los Reyes Conchán	Río Doña Ana	Río Chotano
Asentamiento (Promedio)		2.75"	3.1"	2.9"	3.25"
Temperatura (Promedio)		22.2 °C	21.1 °C	19.2 °C	26.4 °C
Densidad de masa (Promedio)		2324 kg/cm ³	2353 kg/cm ³	2329 kg/cm ³	2414 kg/cm ³
Contenido de aire (Promedio)		1.7%	1.5%	1.3%	1.3%

Fuente: Elaboración propia

Las temperaturas oscilaban entre 29.2 °C - 26.4 °C, es. El slump se encontraba entre 2.75" - 3.25", acercándose a los valores iniciales de diseño de 3" - 4", teniendo valores por debajo de 3". El contenido de aire que más se aproxima a los valores de diseño fueron los especímenes elaborados con agregados de las canteras Los Reyes - Conchán.

Tabla 37

Propiedades del concreto fresco para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Propiedades	Canteras San Juan del Suro Conchán	Los Reyes Conchán	Río Doña Ana	Río Chotano
Asentamiento (Promedio)	2.75"	3.0"	2.75"	3.25"
Temperatura (Promedio)	20.6 °C	22.4 °C	18.2 °C	20.4 °C
Densidad de masa (Promedio)	2347 kg/cm ³	2348 kg/cm ³	2460 kg/cm ³	2368 kg/cm ³
Contenido de aire (Promedio)	1.7%	1.7%	0.8%	1.5%

Fuente: Elaboración propia

Las temperaturas oscilaban entre 29.2 °C - 26.4 °C. El slump se encontraba entre 2.75" - 3.25", acercándose a los valores iniciales de diseño de 3" - 4", teniendo valores por debajo de 3". El contenido de aire que más se aproxima a los valores de diseño son el concreto elaborado con agregados de las canteras Los Reyes - Conchán.

4.5. Análisis de las características del concreto endurecido

4.5.1. Presentación de resultados obtenidos para diseños de resistencia a la compresión de 175 kg/cm²

Resultados conseguidos para probetas elaborados con agregados de las diferentes canteras en estudio, para diseños de 175 kg/cm² de resistencia a la compresión, según edad.

Tabla 38

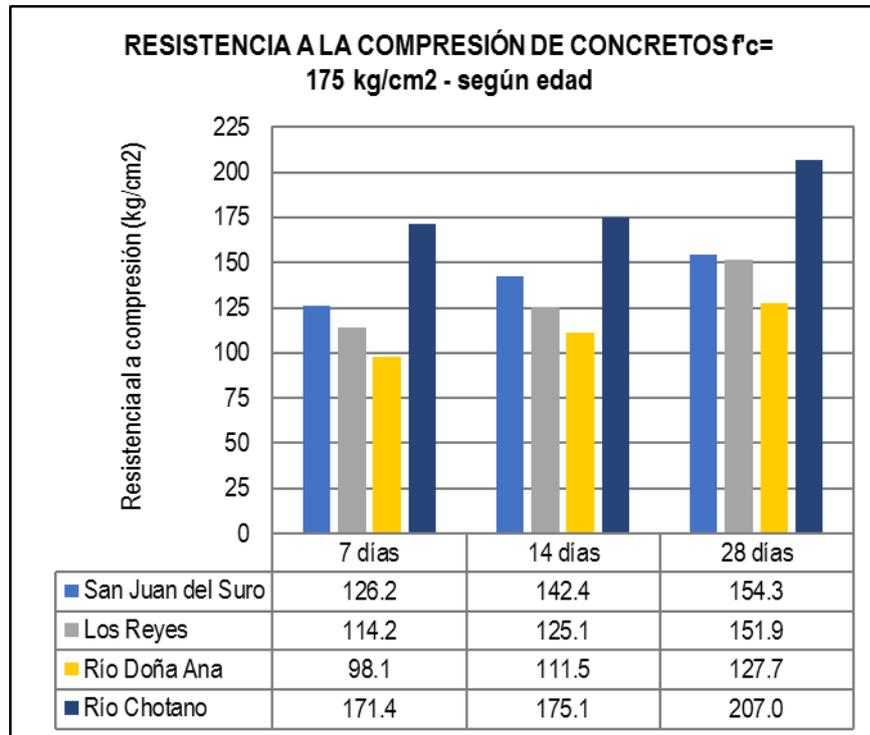
Resultados conseguidos para diseños $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ - según edad

Edad	San Juan del Suro Conchán (AC- 2)	Los Reyes Conchán (AC- 1)	Río Doña Ana (AR- 2)	Río Chotano (AR- 1)
7 días	126.2	114.2	98.1	171.4
14 días	142.4	125.1	111.5	175.1
28 días	154.3	151.9	127.7	207.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Resistencia a la compresión de concretos $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



Nota. Esta tabla expresa las resistencias alcanzadas según el tipo de agregado y edades de 7, 14 y 28 días. Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Presentación de resultados obtenidos para diseños de resistencia a la compresión de 175 kg/cm^2

Resultados conseguidos para especímenes elaborados con agregados de las diferentes canteras en estudio, para diseños de resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , según edad.

Tabla 39

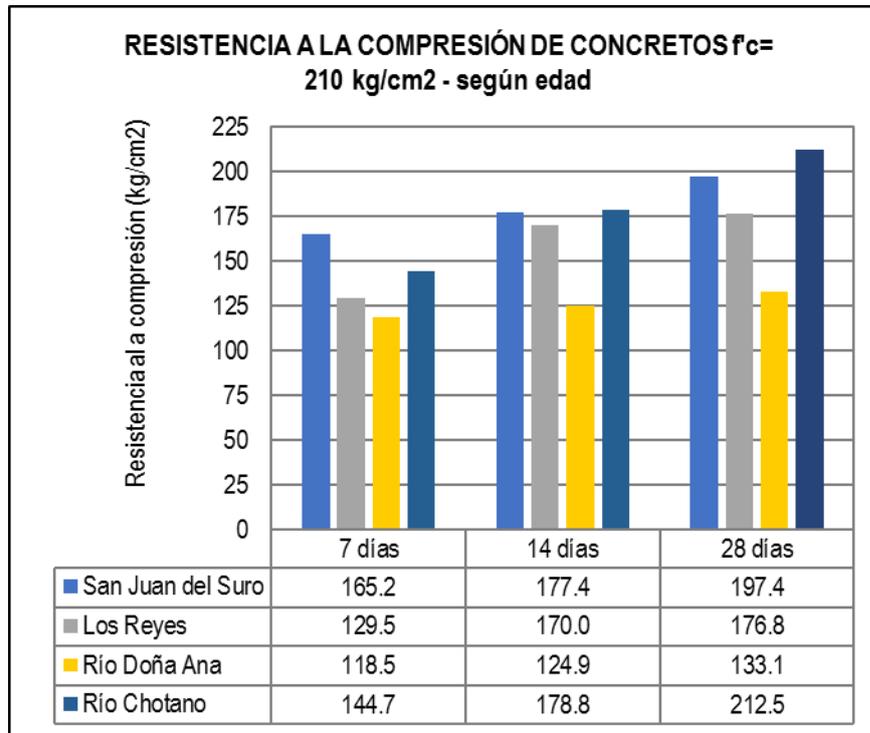
Resultados conseguidos para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - según edad.

Edad	San Juan del Suro Conchán (AC- 2)	Los Reyes Conchán (AC- 1)	Río Doña Ana (AR- 2)	Río Chotano (AR- 1)
7 días	165.2	129.5	118.5	144.7
14 días	177.4	170.0	124.9	178.8
28 días	197.4	176.9	133.1	212.5

Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Resistencia a la compresión de concretos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota. Esta tabla expresa las resistencias alcanzadas según el tipo de agregado y edades de 7, 14 y 28 días. Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Análisis de especímenes ensayados a compresión

Para diseños $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Los especímenes elaborados con agregados de río (Chotano) obtienen una resistencia aproximada de diseño a los 28 días, mientras que los agregados de cerro llegan hasta a un máximo del 88.2% de la resistencia inicial de diseño.

Para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Los especímenes elaborados con agregados de río (Chotano) obtienen una resistencia aproximada de diseño a los 28 días, mientras que los agregados de cerro llegan hasta a un máximo del 94% de la resistencia de diseño.

4.6. Comparación de cantidades de materiales según tipo de agregado

Tabla 40

Comparación de cantidades según tipo de agregado, resistencia y densidad en estado fresco para diseños de 175 kg/cm²

Canteras	Variables	Cemento (bolsas)	Agregado fino (m ³)	Agregado grueso (m ³)	Agua (m ³)	Resistencia (kg/cm ²)	Densidad (kg/m ³)
San Juan del Suro		7.23	0.291	0.401	0.193	154.3	2324
Conchán							
Los Reyes - Conchán		7.23	0.289	0.404	0.193	151.9	2353
Río Doña Ana		7.23	0.256	0.436	0.193	127.7	2329
Río Chotano		7.23	0.337	0.355	0.193	207.0	2414

Fuente: Elaboración propia

Se muestra que el concreto elaborado con agregados del río Doña Ana (menor resistencia) es el diseño que presenta menor volumen de arena, pero mayor volumen de grava que otros diseños; en cambio el concreto elaborado con agregados de río Chotano logra obtener mayor resistencia, ya que presenta mayor volumen de arena.

También se aprecia que los diseños que obtuvieron mayor peso unitario del concreto en estado fresco, son los que tienen mayor resistencia a la compresión.

Tabla 41

Comparación de cantidades según tipo de agregado, resistencia y densidad en estado fresco para diseños de 210 kg/cm²

Canteras	Variables	Cemento (bolsas)	Agregado fino (m ³)	Agregado grueso (m ³)	Agua (m ³)	Resistencia (kg/cm ²)	Densidad (kg/m ³)
San Juan del Suro		8.13	0.279	0.401	0.193	197.4	2347
Conchán							
Los Reyes - Conchán		8.13	0.276	0.403	0.193	176.8	2348
Río Doña Ana		8.13	0.244	0.436	0.193	133.1	2460
Río Chotano		8.13	0.325	0.355	0.193	212.5	2368

Fuente: Elaboración propia

Se muestra que el concreto elaborado con agregados del río Doña Ana (menor resistencia) es el diseño que presenta menor volumen de arena, pero mayor volumen de grava que otros diseños; en cambio el concreto

elaborado con agregados de río Chotano logra obtener mayor resistencia, ya que presenta mayor volumen de arena.

4.7. Análisis de precios unitarios para 1m³ de concreto

Tabla 42

Costos unitarios según canteras para diseños de 175 kg/cm²

Canteras	Costo unitario
San Juan del Suro - Conchán	S/. 286.40
Los Reyes - Conchán	S/. 286.50
Río Doña Ana	S/. 277.00
Río Chotano	S/. 283.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Costos unitarios según canteras para diseños de 210 kg/cm²

Canteras	Costo unitario
San Juan del Suro - Conchán	S/. 304.10
Los Reyes - Conchán	S/. 304.10
Río Doña Ana	S/. 294.70
Río Chotano	S/. 301.50

Fuente: Elaboración propia

4.8. Comparación de cantidades de diseño, costo y resistencia

Tabla 44

Cantidades, costo y resistencia para diseños $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Canteras	Componentes	Cantidades de diseño	Cantidades en obra	Costo	Resistencia kg/cm^2 (28 días)
San Juan del Suro Conchán	Cemento	7.23 bolsas	7.23 bolsas	S/. 286.40	154.3
	Agregado fino	751 kg	799 kg		
	Agregado grueso	1047 kg	1054 kg		
	Agua	193 litros	159 litros		
Los Reyes Conchán	Cemento	7.23 bolsas	7.23 bolsas	S/. 286.50	151.9
	Agregado fino	744 kg	782 kg		
	Agregado grueso	1058 kg	1061 kg		
	Agua	193 litros	170 litros		
Río Doña Ana	Cemento	7.23 bolsas	7.23 bolsas	S/. 277.00	127.7
	Agregado fino	620 kg	690 kg		
	Agregado grueso	1129 kg	1140 kg		
	Agua	193 litros	151 litros		
Río Chotano	Cemento	7.23 bolsas	7.23 bolsas	S/. 283.90	207.0
	Agregado fino	875 kg	908 kg		
	Agregado grueso	923 kg	945 kg		
	Agua	193 litros	150 litros		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Cantidades, costo y resistencia para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Canteras	Componentes	Cantidades de diseño	Cantidades en obra	Costo	Resistencia kg/cm^2 (28 días)
San Juan del Suro Conchán	Cemento	8.13 bolsas	8.13 bolsas	S/. 304.10	197.4
	Agregado fino	719 kg	765 kg		
	Agregado grueso	1047 kg	1054 kg		
	Agua	193 litros	160 litros		
Los Reyes Conchán	Cemento	8.13 bolsas	8.13 bolsas	S/. 304.10	176.8
	Agregado fino	712 kg	748 kg		
	Agregado grueso	1058 kg	1065 kg		
	Agua	193 litros	168 litros		
Río Doña Ana	Cemento	8.13 bolsas	8.13 bolsas	S/. 294.70	133.1
	Agregado fino	590 kg	657 kg		
	Agregado grueso	1129 kg	1140 kg		
	Agua	193 litros	153 litros		
Río Chotano	Cemento	8.13 bolsas	8.13 bolsas	S/. 301.50	212.5
	Agregado fino	825 kg	875 kg		
	Agregado grueso	923 kg	945 kg		
	Agua	193 litros	152 litros		

Fuente: Elaboración propia

4.9. Optimización de resistencia a la compresión para diseños de 175 y 210 kg/cm², Ley de Powers

Tabla 46
Resultados de la Ley de Powers (175 kg/cm²)

Variables	Canteras	San Juan del Suro Conchán	Los Reyes Conchán	Río Doña Ana	Río Chotano
S	S (i)	154.3 kg/cm ²	151.9 kg/cm ²	127.7 kg/cm ²	207.0 kg/cm ²
	S(ii)	175.0 kg/cm ²	175.0 kg/cm ²	175.0 kg/cm ²	175.0 kg/cm ²
x	x (i)	0.4017	0.3996	0.3772	0.4431
	x (ii)	0.4189	0.4189	0.4189	0.4189
α	(i) - (ii)	48.6%	48.3%	45.0%	55.0%
a/c	a/c (i)	0.628	0.628	0.628	0.628
	a/c (ii)	0.596	0.592	0.551	0.674

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47
Nuevos valores de diseños de mezcla (175 kg/cm²)

Variables	Canteras	San Juan del Suro Conchán	Los Reyes Conchán	Río Doña Ana	Río Chotano
1. Resistencia Especificada		175 kg/cm ²	175 kg/cm ²	175 kg/cm ²	175 kg/cm ²
2. Tamaño Máximo Nominal		1"	1"	1"	1"
3. Asentamiento		3" - 4"	3" - 4"	3" - 4"	3" - 4"
4. Contenido de Aire Atrapado		1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
5. Volumen unitario de agua		193 lt	193 lt	193 lt	193 lt
6. Relación Agua - Cemento		0.596	0.586	0.551	0.674
7. Factor Cemento		324 kg	326 kg	350 kg	286 kg
Bolsas		7.62	7.67	8.24	6.73
8. Cantidad de agregado grueso		1047 kg	1058 kg	1129 kg	923 kg
9. Cantidad de agregado fino		737 kg	729 kg	586 kg	874 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48
Costos unitarios según canteras para diseños de 175 kg/cm², ajustados por la Ley de Powers

Canteras	Costo unitario
San Juan del Suro - Conchán	S/. 294.10
Los Reyes - Conchán	S/. 295.10
Río Doña Ana	S/. 296.90
Río Chotano	S/. 274.10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49
Resultados de la Ley de Powers (210 kg/cm²)

Variables	Canteras	San Juan del Suro	Los Reyes	Río Doña Ana	Río Chotano
		Conchán	Conchán		
S	S (i)	197.4 kg/cm ²	176.8 kg/cm ²	133.1 kg/cm ²	212.0 kg/cm ²
	S(ii)	210.0 kg/cm ²	210.0 kg/cm ²	210.0 kg/cm ²	210.0 kg/cm ²
x	x (i)	0.4361	0.4204	0.3824	0.4466
	x (ii)	0.4452	0.4452	0.4452	0.4452
α	(i) - (ii)	47.9%	45.7%	40.6%	49.4%
a/c	a/c (i)	0.558	0.558	0.558	0.558
	a/c (ii)	0.543	0.518	0.461	0.560

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50
Nuevos valores de diseños de mezcla (210 kg/cm²)

Variables	Canteras	San Juan del Suro	Los Reyes	Río Doña Ana	Río Chotano
		Conchán	Conchán		
1. Resistencia Especificada		210 kg/cm ²	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
2. Tamaño Máximo Nominal		1"	1"	1"	1"
3. Asentamiento		3" - 4"	3" - 4"	3" - 4"	3" - 4"
4. Contenido de Aire Atrapado		1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
5. Volumen unitario de agua		193 lt	193 lt	193 lt	193 lt
6. Relación Agua - Cemento		0.543	0.518	0.461	0.560
7. Factor Cemento		355 kg	373 kg	419 kg	345 kg
Bolsas		8.36	8.77	9.85	8.11
8. Cantidad de agregado grueso		1047 kg	1058 kg	1129 kg	923 kg
9. Cantidad de agregado fino		711 kg	690 kg	532 kg	826 kg

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51
Costos unitarios según canteras para diseños de 210 kg/cm², ajustados por la Ley de Powers

Canteras	Costo unitario
San Juan del Suro - Conchán	S/. 308.70
Los Reyes - Conchán	S/. 316.70
Río Doña Ana	S/. 328.70
Río Chotano	S/. 301.10

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al realizarse los ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas se concluyó lo siguiente:

- El agregado fino de la Cantera Conchán presenta una granulometría que incumple con los límites granulométricos establecidos por la NTP 400.037, debido a esto presenta un módulo de finura de 2.3 el cual no es conveniente para el diseño de mezclas. Los finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) son el 4.48% el cual es permisible siempre y cuando se utilice para concretos no sujetos a abrasión.
- La cantera San Juan del Suro, según la NTP 400.037 tiene una granulometría semejante a la del huso granulométrico 56 y un módulo de finura promedio de 7.25 que se considera adecuada. El promedio de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) es de 0.49%, el cual cumple con la normatividad.
- La cantera Los Reyes, según la NTP tiene una granulometría semejante a la del huso granulométrico 57 y un módulo de finura promedio de 7.14 que se considera adecuada. El promedio de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) es de 0.27%, el cual cumple con la normatividad.
- El agregado fino de la Cantera río Doña Ana presenta una granulometría que incumple con los límites del huso granulométrico de la NTP 400.037 es por esto que el agregado está mal gradado, sin embargo, su módulo de finura es de 2.63. Con respecto al porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) no cumple ya que es de 7.57% el cual es dañino para la elaboración de concretos.

- El agregado grueso de la Cantera río Doña Ana al ser comparado con el huso granulométrico 56, demuestra que es un agregado mal gradado y los finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) cumple ya que es de 0.28%.
- El agregado fino de la Cantera río Chotano presenta una granulometría que incumple con los límites granulométricos establecidos por la NTP 400.037 es por esto que el agregado está mal gradado y su módulo de finura de 4.00 supera el límite. Con respecto a los finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) no cumple ya que es de 4.95% el cual es permisible siempre y cuando se utilice para concretos no sujetos a abrasión.
- El agregado grueso de la Cantera río Chotano al ser comparado con el huso granulométrico 56, demuestra que es un agregado mal gradado y los finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200) cumple ya que es de 0.78%.
- Las propiedades mecánicas tanto para agregados de ríos y canteras de cerro cumplen con la NTP 400.037, pero las que tienen mayor resistencia al desgaste por abrasión son los agregados de río.

Los agregados de las canteras de cerro al presentar forma irregular, angular y superficie específica elevada generan incremento en la cantidad necesaria de agua para el diseño, por lo tanto, alteran la relación agua-cemento y en consecuencia la resistencia. Caso contrario sucede con los agregados de río ya que presentan formas redondeadas y superficies específicas bajas.

Utilizando la Ley de Powers (optimizando resistencias), se comprobó que la cantera con agregados de río Chotano es más económica, tanto para diseños de 175 y 210 kg/cm^2 .

La elaboración de probetas se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de Ensayo de Materiales-UNACH.

- Se tuvo asentamientos entre 2.75" y 3.25", ya que dependió de las características de los agregados y el agua añadida en algunos de los casos.
- Los agregados de río presentaron mayores pesos unitarios y por ende mayores resistencias.

Los ensayos a compresión para especímenes de concreto, se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales-UNACH, de los cuales se concluye:

A la edad de 7 días

- Para diseños de 175 kg/cm² se tuvo que las resistencias de río fueron mayores que las de cerro, excepto los diseños de la cantera de río Doña Ana. Caso diferente sucede con los diseños de 210 kg/cm², donde se tuvo que las resistencias de los especímenes hechas con agregados de cerro son mayores que las de río.

A la edad de 14 días

- Para diseños de 175 y 210 kg/cm² se tiene que las probetas con agregados de cerro llegan a tener menor resistencia que las elaboradas con agregados de río, excepto los diseños de la cantera Doña Ana.

A la edad de 28 días

- Para diseños de 175 y 210 kg/cm² se determinó que las probetas con agregados de cerro llegan a tener menor resistencia que las elaboradas con agregados de río, excepto los diseños de la cantera Doña Ana.
- Según los resultados conseguidos se logró demostrar la hipótesis, que el concreto hecho con agregados del río Chotano alcanza a la edad de 28 días una resistencia mayor o igual para los diseños $f'c =$

175 y 210 kg/cm², mientras que los concretos elaborados con canteras de cerro a los 28 días alcanzan una resistencia máxima del 88% y 94% para diseños de 175 y 210 kg/cm² respectivamente.

5.2. Recomendaciones

- Según los resultados conseguidos en este trabajo, se recomienda la utilización de los agregados del río Chotano. Asimismo, la utilización de los agregados de cantera de cerro teniendo en cuenta las correcciones en el diseño de mezcla para obtener concretos con resistencias óptimas.
- Se recomienda tener siempre en cuenta las características de los agregados, además el control en elaboración y colocación de concreto para que este logre alcanzar la resistencia de diseño.
- Realizar investigaciones usando otros agregados de la provincia de Chota con el propósito de ratificar los resultados conseguidos, además experimentar con otras resistencias y otros métodos de diseño de mezcla.
- Hacer estudios combinando agregados de río con agregados de cerro, evaluando otras propiedades del concreto.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). Tecnología del concreto.
- Alvarado, N. d. (2010). *Influencia de la morfología de pétreos: volcánicos, triturado y cantos rodados; correlacionando matemáticamente los módulos de elasticidad, estático y mecánico en cilindros de concreto de 10 cm x 20cm*. [Tesis de pregrado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. Repositorio Institucional UMSNH. <https://qdoc.tips/influencia-de-la-morfologia-de-petres-volcanicos-triturado>.
- Barzola, C. (2015). *Fabricación y control de calidad del concreto* [Diapositiva PowerPoint]. <https://docplayer.es/19956234>
- Benites, D. E. (2014). *Determinación del factor de modificación con los agregados de las canteras del río Puchka - Huari - Ancash*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ancash]. Repositorio Institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/861>
- Calderón, E. (2015). *Diseño de hormigón con cantos rodados provenientes del río Chanchan a través de los métodos ACI y O'REILLY*. [Tesis de postgrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7847>
- Cementos Pacasmayo. (3 de septiembre de 2018). *Cemento Tipo I*. <https://www.pacasmayoprofesional.com/soluciones?category=7&prod=3>
- Cotecno. (24 de marzo de 2017). *Abultamiento de la arena, su clasificación y como calcularla*. <https://www.cotecno.cl/que-es-el-esponjamiento-o-abultamiento-de-la-arena-su-clasificacion-y-como-calcularla/>
- De la Garza, G. (2016). *Materiales y construcción* (Segunda ed.). TRILLAS.
- DiccionArqui. *Diccionario de Arquitectura*. Recuperado el 10 de marzo de 2020, de <http://www.diccionarqui>
- Gonzáles, F. (2015). *Manual de supervisión de obras de concreto*.
- Morales, D. M. (2017). *Influencia del máximo tamaño nominal de ½" y 1" del agregado grueso del río Amojú en el esfuerzo a la compresión del concreto para f'c = 250 kg/cm2*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1099>
- NTP 339.034. (2008). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. INDECOPI.
- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. INDECOPI.
- NTP 339.046. (2008). *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. INDECOPI.

- NTP 339.083. (2003). *Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión*. INDECOPI.
- NTP 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland*. INDECOPI.
- NTP 339.184. (2002). *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto)*. INDECOPI.
- NTP 339.185. (2013). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. INDECOPI.
- NTP 339.216. (2016). *Práctica normalizada para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido*. INACAL.
- NTP 400.010. (2011(revisada el 2016)). *Extracción y preparación de las muestras*. INACAL.
- NTP 400.011. (2008). *Definición y clasificación de agregados para el uso de mortero y hormigones (concretos)*. INDECOPI.
- NTP 400.012. (2013). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. INDECOPI.
- NTP 400.017. (2011). *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. INDECOPI.
- NTP 400.018. (2013). *Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (N° 200) por lavado en agregados*. INDECOPI.
- NTP 400.019. (2014). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*. INDECOPI.
- NTP 400.021. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso*. INDECOPI.
- NTP 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado fino*. INDECOPI.
- NTP 400.037. (2018). *Agregados para concreto. Requisitos*. INACAL.
- Oré, J. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.
- Ottazzi, G. (2011). *Diseño en Concreto Armado*.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*.
- Portella, P. P. & Simón, C. M. (2011). *Elaboración de concreto de resistencia estándar, con agregado grueso canto rodado proveniente del río Santa*. [Tesis de

pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2149>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2017).

Rivera, G. (s.f). *Concreto Simple* [Archivo PDF]. <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/Contenido.pdf>

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*.

Rivva, E. (2008). *Materiales para el concreto*.

Rivva, E. (2014). *Diseños de Mezclas*.

Román, T. Y. & Pillpinto, D. N. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con agregado hormigón y agregado clasificación, en el distrito de Maranura - La Convención - Cusco*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio Institucional UAC. <http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/348>

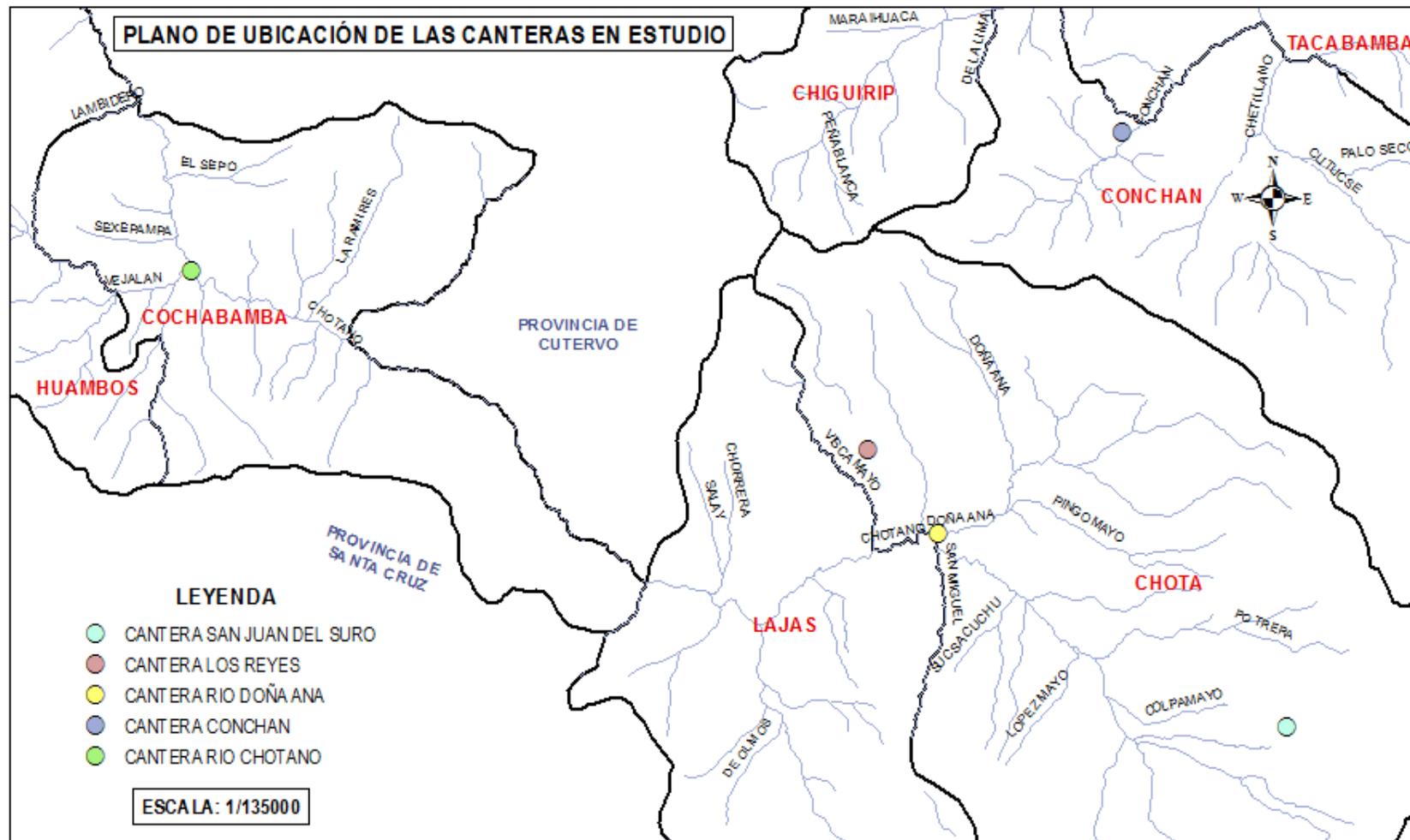
Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*.

Soto, R. (2008). *Evaluación y análisis de las mezclas de concreto de origen pétreo (Canto rodado y trituración) y escoria de acero*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_9520.pdf

Torres, K. (2015). *Evaluación de la influencia en la resistencia del concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando agregado de río o agregado de cerro en Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9603>

ANEXOS

A. Ubicación de canteras en estudio



B. Propiedades físico - mecánicas de agregados de cerro

Tabla 52

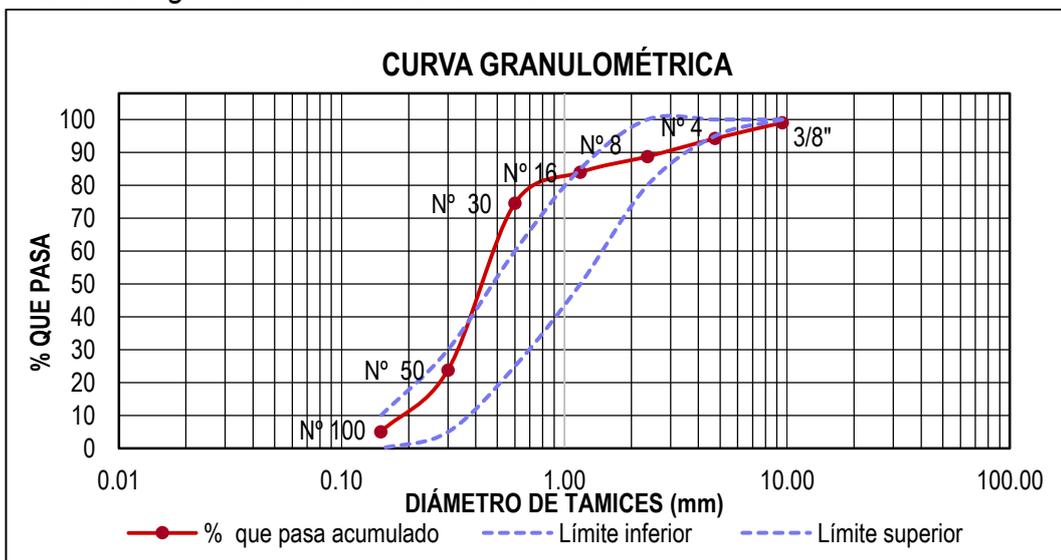
Análisis granulométrico - Cantera Conchán - E1

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
3/8"	9.50	9.7	1.0	1.0	99.0	-	-	100	100
Nº 4	4.75	48.0	4.8	5.8	94.2	0.71	6.74	95	100
Nº 8	2.36	54.7	5.5	11.3	88.7	0.36	15.40	80	100
Nº 16	1.18	48.0	4.8	16.1	83.9	0.18	27.14	50	85
Nº 30	0.60	93.8	9.4	25.4	74.6	0.09	105.49	25	60
Nº 50	0.30	506.8	50.7	76.2	23.8	0.05	1127.24	5	30
Nº 100	0.15	187.1	18.7	94.9	5.1	0.02	832.30	0	10
Cazoleta		51.0	5.1	100.0	0				
Total		999.1	100.0				2114.32		
Densidad relativa =			2.58		Se = 49.17 cm²/g				

Módulo de finura = 2.31

Figura 20

Distribución granulométrica - Cantera Conchán - E1



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera 02/09/2019 - 03/09/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 02/09/2019 - 03/09/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 02/09/2019 - 03/09/2019

Tabla 53

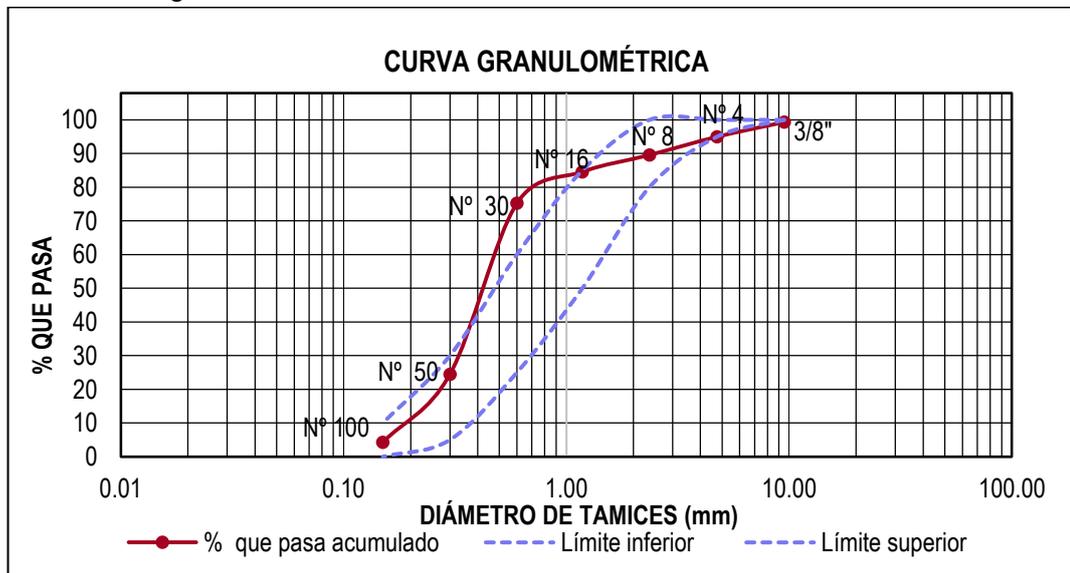
Análisis granulométrico - Cantera Conchán - E2

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA <i>"Año de la Universalización de la Salud"</i>									
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136									
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso		
							Límite inferior	Límite superior	
Nº	mm								
3/8"	9.50	6.7	0.7	0.7	99.3	-	-	100	100
Nº 4	4.75	43.4	4.3	5.0	95.0	0.71	6.09	95	100
Nº 8	2.36	54.1	5.4	10.4	89.6	0.36	15.22	80	100
Nº 16	1.18	49.9	5.0	15.4	84.6	0.18	28.20	50	85
Nº 30	0.60	93.4	9.3	24.8	75.2	0.09	104.99	25	60
Nº 50	0.30	507.5	50.8	75.5	24.5	0.05	1128.23	5	30
Nº 100	0.15	201.7	20.2	95.7	4.3	0.02	896.80	0	10
Cazoleta		42.9	4.3	100.0	0				
Total		999.6	100.0				2179.54		
Densidad relativa =		2.58		Se = 50.69 cm²/g					

Módulo de finura = 2.28

Figura 21

Distribución granulométrica - Cantera Conchán - E2



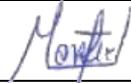
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera 02/09/2019 - 03/09/2019	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 02/09/2019 - 03/09/2019	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 02/09/2019 - 03/09/2019

Tabla 54

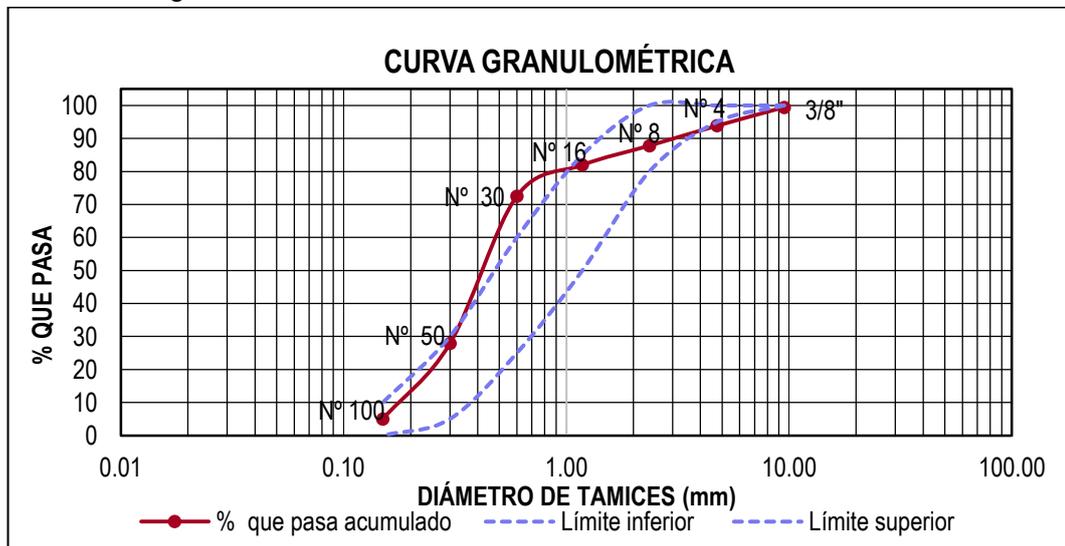
Análisis granulométrico - Cantera Conchán - E3

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136										
TAMIZ	Nº	mm	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso	
									Límite inferior	Límite superior
3/8"		9.50	5.5	0.6	0.6	99.4	-	-	100	100
Nº 4		4.75	55.9	5.6	6.1	93.9	0.71	7.85	95	100
Nº 8		2.36	60.4	6.0	12.2	87.8	0.36	16.99	80	100
Nº 16		1.18	58.7	5.9	18.1	81.9	0.18	33.17	50	85
Nº 30		0.60	94.0	9.4	27.5	72.5	0.09	105.64	25	60
Nº 50		0.30	446.7	44.7	72.1	27.9	0.05	992.87	5	30
Nº 100		0.15	228.4	22.8	95.0	5.0	0.02	1015.31	0	10
Cazoleta			50.2	5.0	100.0	0				
Total			999.8	100.0				2171.83		
Densidad relativa =				2.58		Se = 50.51 cm ² /g				

Módulo de finura = 2.31

Figura 22

Distribución granulométrica - Cantera Conchán - E3



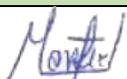
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera 02/09/2019 - 03/09/2019	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 02/09/2019 - 03/09/2019	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 02/09/2019 - 03/09/2019

Tabla 55*Densidad relativa y absorción del agregado fino - Cantera Conchán***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
NTP 400.022 - ASTM C128**

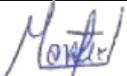
Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de fiola (g)	-	183	183.1	183.0
Masa de fiola con agregado saturado superficialmente seco (g)	-	683	683.1	683.0
Masa de fiola llena de agregado y agua hasta la línea de calibración (g)	C	988.2	989.2	988.4
Masa de fiola llena de agua hasta la línea de calibración (g)	B	680.6	680.6	680.6
Masa del agregado saturado superficialmente seco (g)	S	500	500	500
Masa del agregado seco al horno (g)	A	494.9	495.6	495
Capacidad de fiola (cm ³)	V	500	500	500

Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad relativa de masa (D.r.m)	$D.r.m = \frac{A}{B+S-C}$	2.57	2.59	2.58	2.58
Densidad relativa con superficie seca (D.r.s.s)	$D.r.s.s = \frac{S}{B+S-C}$	2.60	2.61	2.60	2.60
Densidad relativa aparente (D.r.a)	$D.r.a = \frac{A}{B+A-C}$	2.64	2.65	2.64	2.65
Porcentaje de absorción (% A)	$\% A = \frac{S-A}{A} \times 100$	1.03%	0.89%	1.01%	0.98%

Densidad relativa = 2.58 g/cm³**Absorción = 0.98%**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez
24/07/2019 - 26/07/2019	24/07/2019 - 26/07/2019	24/07/2019 - 26/07/2019

Tabla 56*Densidad de masa y porcentaje de vacíos del agregado fino - Cantera Conchán*

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 						
"Año de la Universalización de la Salud"						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS NTP 400.017 - ASTM C29						
Descripción	DENSIDAD DE MASA SUELTO			DENSIDAD DE MASA COMPACTADO		
	M1	M2	M3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (kg)	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
Masa del recipiente + agregado (kg)	5.81	5.70	5.70	6.09	6.08	6.05
Masa del agregado (kg)	4.15	4.04	4.04	4.43	4.42	4.40
Capacidad del recipiente (p3)	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10
Densidad de masa (kg/m ³)	1483.57	1443.21	1442.50	1581.79	1578.21	1570.36
Promedio	1456 kg/m³			1577 kg/m³		
Tamaño máximo nominal = 3/8" Capacidad del recipiente = 0.0028m³						
Descripción	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO					
	Densidad de masa suelto			Densidad de masa compactado		
Densidad de masa (kg/m ³)	1483.57	1443.21	1442.50	1581.79	1578.21	1570.36
Densidad relativa del agregado fino (g/cm ³)	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58
Densidad del agua (kg/m ³)	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00
Porcentaje de vacíos (%)	42%	44%	44%	39%	39%	39%
Promedio	43%			39%		
Densidad de masa suelto = 1456 kg/m³ Densidad de masa compactado = 1577 kg/m³						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO		ASESOR			
						
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez			

15/08/2019 - 16/08/2019	15/08/2019 - 16/08/2019	15/08/2019 - 16/08/2019
-------------------------	-------------------------	-------------------------

Tabla 57
Porcentaje de materiales más finos que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino - Cantera Conchán

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 um (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS NTP 400.018 - ASTM C117				
Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	-	99.1	89.0	91.0
Masa seca original del agregado + tara (g)	-	1348.5	1284.2	1323.4
Masa seca original del agregado (g)	P1	1249.4	1195.2	1232.4
Masa seca del agregado ensayado + tara (g)	-	1294.8	1229.8	1266.7
Masa seca del agregado ensayado (g)	P2	1195.7	1140.8	1175.7
Porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um	$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$	4.30	4.55	4.60

Fecha de ensayo: 24/07/2019 - 26/07/2019

Porcentaje de finos = 4.48%

Tabla 58
Porcentaje de humedad total evaporable del agregado fino - Cantera Conchán

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - ASTM C566				
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (g)	-	90.8	88.8	70.2
Masa del recipiente + agregado húmedo (g)	-	1277.9	1265.5	1358.5
Masa del recipiente + agregado seco (g)	-	1207.1	1195.8	1280.9
Masa del agregado húmedo original (g)	W	1187.1	1176.7	1288.3
Masa del agregado seco (g)	D	1116.3	1107	1210.7
Porcentaje de humedad (%)	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	6.34%	6.30%	6.41%

Contenido de humedad = 6.35%

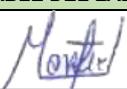
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 10/12/2019 - 11/12/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 10/12/2019 - 11/12/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 10/12/2019 - 11/12/2019

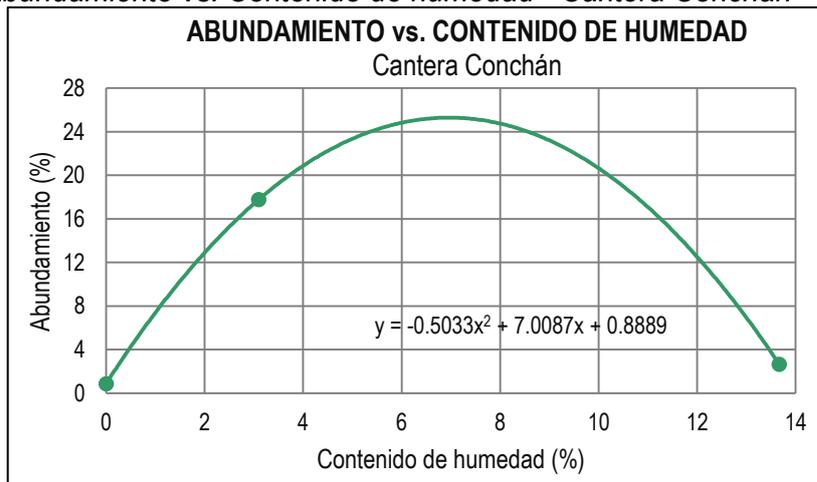
Tabla 59

Abundamiento del agregado fino - Cantera Conchán

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 										
"Año de la Universalización de la Salud"										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES										
ABUNDAMIENTO PARA EL AGREGADO FINO - CANTERA CONCHÁN										
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3							
Volumen inicial (ml)	V1	375	375	375	375	375	375	375	375	
Volumen final (ml)	V2	370	375	370	305	305	315	370	355	370
Abundamiento		1.33	0	1.33	18.67	18.67	16.00	1.33	5.33	1.33
Promedio (%)		0.89			17.78			2.67		
		Muestra 1 - i	Muestra 1 - ii	Muestra 1 - iii						
		Humedad promedio M1			0%					
Descripción		Muestra 2 - i	Muestra 2 - ii	Muestra 2 - iii						
Masa del agregado húmeda (g)	W	1028.8	901.5	765.3						
Masa del agregado seco (g)	D	995.8	875.5	742.9						
Humedad (%)		3.3%	3.0%	3.0%						
		Humedad promedio M2			3.1%					
Descripción		Muestra 3 - i	Muestra 3 - ii	Muestra 3 - iii						
Masa del agregado húmeda (g)	W	1071.3	1133.0	1002.6						
Masa del agregado seco (g)	D	1001.2	937.7	885.9						
Humedad (%)		7.0%	20.8%	13.2%						
		Humedad promedio M3			13.7%					

Figura 23

Abundamiento vs. Contenido de humedad - Cantera Conchán



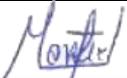
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 06/01/2020 - 08/01/2020	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 06/01/2020 - 08/01/2020	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 06/01/2020 - 08/01/2020

Tabla 60

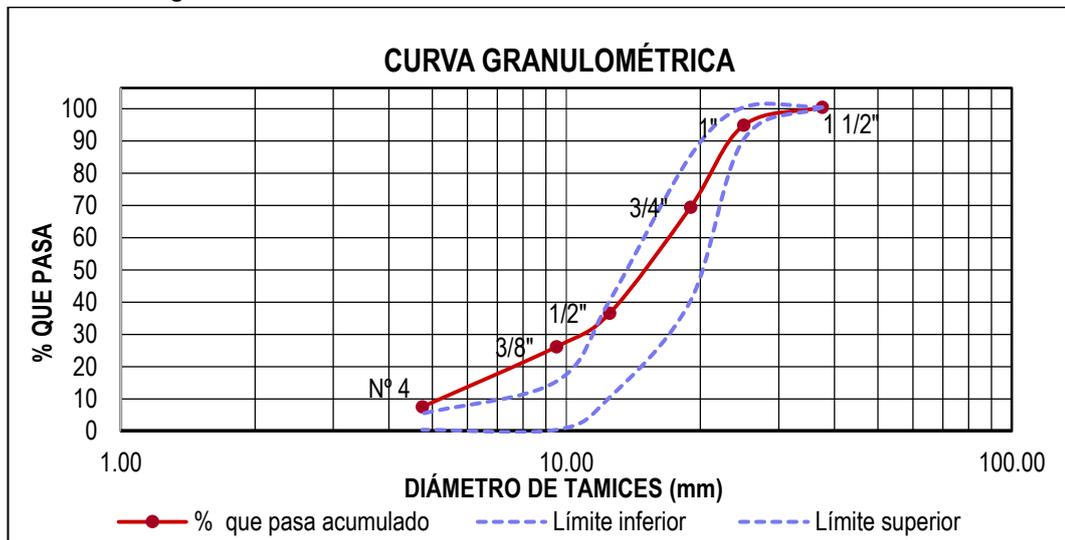
Análisis granulométrico - Cantera San Juan del Suro - E1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 									
"Año de la Universalización de la Salud"									
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136									
Huso 56									
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Límite inferior	Límite superior	
Nº mm									
1 1/2"	37.50	0	0	100.0	0	0	100	100	
1"	25.00	565.4	5.6	5.6	94.4		90	100	
3/4"	19.00	2543.9	25.4	31.0	69.0	2.20	40	85	
1/2"	12.50	3301.9	32.9	63.9	36.1		10	40	
3/8"	9.50	1039.3	10.4	74.3	25.7	1.10	0	15	
Nº 4	4.75	1868.6	18.6	92.9	7.1	0.71	0	5	
Cazoleta	713.6	7.1	100.0	0					
Total	10032.7	100.0				47.08	TMN = 1"		
Densidad relativa =		2.61		Se =		1.08 cm ² /g			

Módulo de finura = 7.04

Figura 24

Distribución granulométrica - Cantera San Juan del Suro - E1



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 15/07/2019 - 16/07/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 15/07/2019 - 16/07/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 15/07/2019 - 16/07/2019

Tabla 61

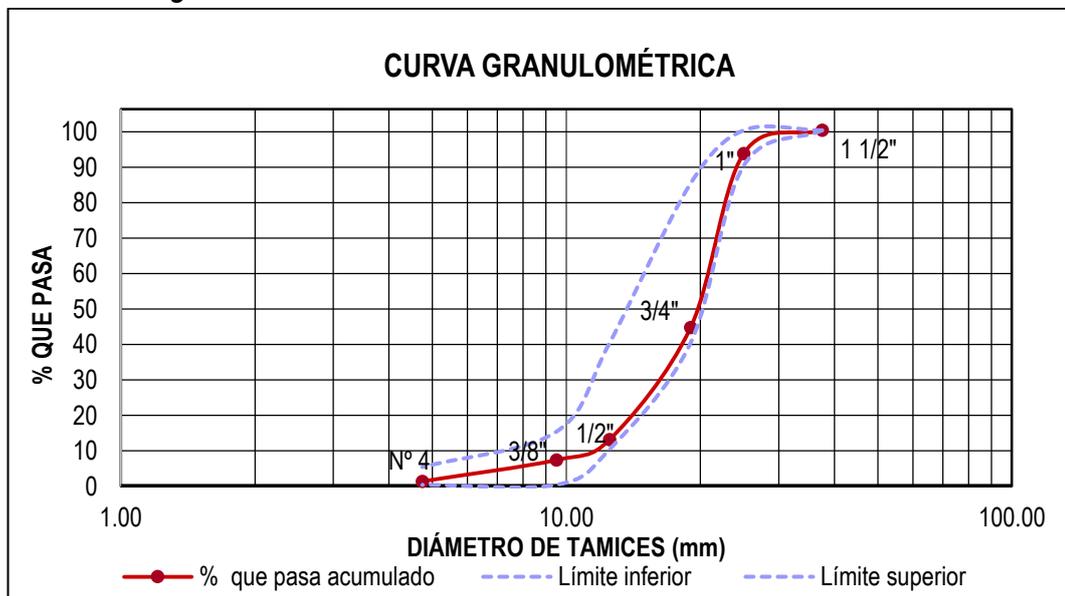
Análisis granulométrico - Cantera San Juan del Suro - E2

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 								
"Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136								
Huso 56								
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Límite inferior	Límite superior
Nº mm								
1 1/2"	37.50	0	0.0	100.0	0		100	100
1"	25.00	658.9	6.6	93.4			90	100
3/4"	19.00	4920.1	49.1	44.3	2.20	22.31	40	85
1/2"	12.50	3166.7	31.6	12.7			10	40
3/8"	9.50	575.6	5.7	7.0	1.10	5.22	0	15
Nº 4	4.75	603.0	6.0	1.0	0.71	8.44	0	5
Cazoleta	98.5	1.0	100.0	0				
Total	10022.8	100.0				35.98	TMN = 1"	
Densidad relativa =		2.61		Se =		0.83 cm ² /g		

Módulo de finura = 7.54

Figura 25

Distribución granulométrica - Cantera San Juan del Suro - E2



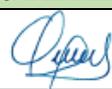
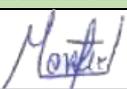
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 15/07/2019 - 16/07/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 15/07/2019 - 16/07/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 15/07/2019 - 16/07/2019

Tabla 62

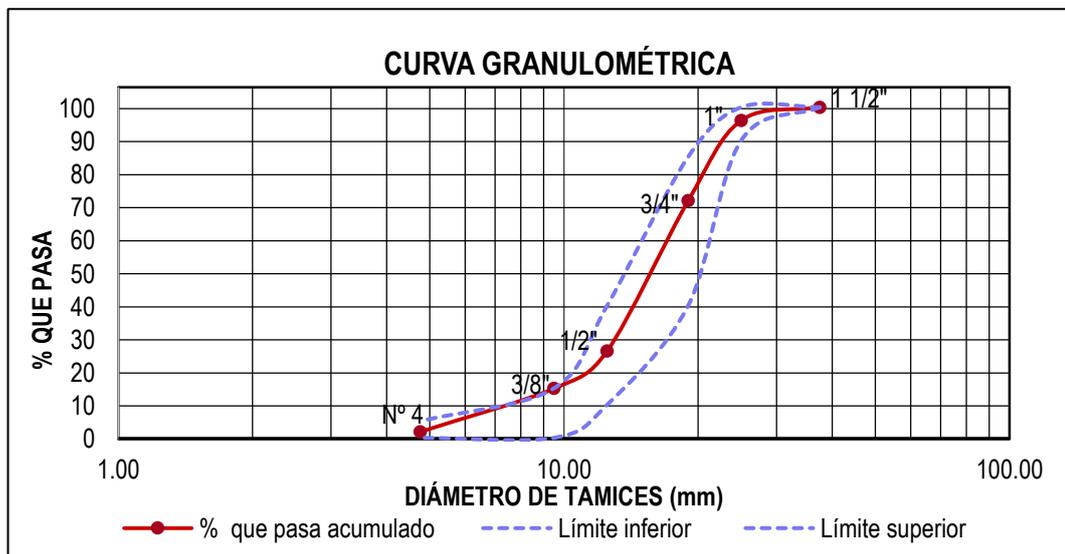
Análisis granulométrico - Cantera San Juan del Suro - E3

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136								
							Huso 56	
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Límite inferior	Límite superior
Nº mm								
1 1/2"	37.50	0	0	100.0	0		100	100
1"	25.00	400.8	4.0	4.0	96.0		90	100
3/4"	19.00	2444.5	24.3	28.3	71.7	2.20	40	85
1/2"	12.50	4569.5	45.4	73.7	26.3		10	40
3/8"	9.50	1141.0	11.3	85.1	14.9	1.10	0	15
Nº 4	4.75	1322.7	13.2	98.2	1.8	0.71	0	5
Cazoleta	178.6	1.8	100.0	0				
Total	10057.1	100.3				39.82	TMN = 1"	
Densidad relativa =		2.61		Se = 0.92 cm ² /g				

Módulo de finura = 7.16

Figura 26

Distribución granulométrica - Cantera San Juan del Suro - E3



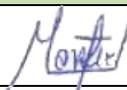
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera 15/07/2019 - 16/07/2019	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 15/07/2019 - 16/07/2019	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 15/07/2019 - 16/07/2019

Tabla 63*Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.021 - ASTM C127**

Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Masa de muestra antes de saturar (g)	-	5000	5000	5000	
Masa en el aire, de muestra seca al horno (g)	A	4966.4	4963.6	4962.5	
Masa en el aire, de muestra saturada con superficie seca (g)	B	5029.4	5023.3	5025.4	
Masa en el agua, de muestra saturada (g)	C	3123.3	3121.3	3120.4	
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad relativa de masa (D.r.m)	$D.r.m = \frac{A}{B-C}$	2.61	2.61	2.60	2.61
Densidad relativa con superficie seca (D.r.s.s.s)	$D.r.s.s.s = \frac{B}{B-C}$	2.64	2.64	2.64	2.64
Densidad relativa aparente (D.r.a)	$D.r.a = \frac{A}{A-C}$	2.69	2.69	2.69	2.69
Porcentaje de absorción (% A)	$\%A = \frac{B-A}{A} \times 100$	1.27%	1.20%	1.27%	1.25%

Densidad relativa = 2.61 g/cm³**Absorción = 1.25%**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera 19/07/2019 - 21/07/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 19/07/2019 - 21/07/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 19/07/2019 - 21/07/2019

Tabla 64

Densidad de masa y porcentaje de vacíos del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS NTP 400.017 - ASTM C29						
Descripción	DENSIDAD DE MASA SUELTO			DENSIDAD DE MASA COMPACTADO		
	M1	M2	M3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (kg)	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
Masa del recipiente + agregado (kg)	17.92	17.71	17.81	18.14	18.29	18.11
Masa del agregado (kg)	13.26	13.05	13.15	13.48	13.63	13.45
Capacidad del recipiente (p3)	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Densidad de masa (kg/m3)	1425.81	1403.23	1413.98	1449.46	1465.59	1446.24
Promedio	1414 kg/m3			1454 kg/m3		
Tamaño máximo nominal = 1" Capacidad del recipiente = 0.0093m3						
Descripción	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO					
	Densidad de masa suelto			Densidad de masa compactado		
Densidad de masa (kg/m3)	1425.81	1403.23	1413.98	1449.46	1465.59	1446.24
Densidad relativa del agregado grueso (g/cm3)	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61
Densidad del agua (kg/m3)	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00
Porcentaje de vacíos (%)	45%	46%	46%	44%	44%	44%
Promedio	46%			44%		
Densidad de masa suelto = 1414 kg/m3 Densidad de masa compactado = 1454 kg/m3						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO		ASESOR			
						
Lorena Uriarte Herrera 27/05/2019 - 28/05/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 27/05/2019 - 28/05/2019		Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 27/05/2019 - 28/05/2019			

Tabla 65

Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - San Juan del Suro

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 				
"Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS NTP 400.018 - ASTM C117				
Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	-	899.9	883.7	883.7
Masa seca original del agregado + tara (g)	-	6119.7	5940.4	6090.2
Masa seca original del agregado (g)	P1	5219.8	5056.7	5206.5
Masa seca del agregado ensayado + tara (g)	-	6097	5904.2	6073.3
Masa seca del agregado ensayado (g)	P2	5197.1	5020.5	5189.6
Porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm	$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$	0.43 %	0.72 %	0.32 %

Fecha de ensayo: 02/07/2019 - 04/07/2019

Porcentaje de finos = 0.49%

Tabla 66

Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - San Juan del Suro

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 				
"Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - ASTM C566				
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (g)	-	284.8	309.2	183.4
Masa del recipiente + agregado húmedo (g)	-	4509.9	4110.9	4189.5
Masa del recipiente + agregado seco (g)	-	4478.6	4087.2	4163.9
Masa del agregado húmedo original (g)	W	4225.1	3801.7	4006.1
Masa del agregado seco (g)	D	4193.8	3778	3980.5
Porcentaje de humedad (%)	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	0.75%	0.63%	0.64%

Contenido de humedad = 0.67%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

09/12/2019 - 10/12/2019

09/12/2019 - 10/12/2019

09/12/2019 - 10/12/2019

Tabla 67*Resistencia mecánicas del agregado grueso - Cantera San Juan del Suro***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS POR ABRASIÓN E IMPACTO
EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
NTP 400.019 - ASTM C 131**

GRADACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

Medida del tamiz				Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenida sobre	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación		
Tamiz (mm)	Tamiz (mm)	A	B	C	D		
1 1/2"	37.5	1"	25	1250 ± 25	-	-	-
1"	25	3/4"	19	1250 ± 25	-	-	-
3/4"	19	1/2"	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
1/2"	12.5	3/8"	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
3/8"	9.5	1/4"	6.3	-	-	2500 ± 10	-
1/4"	6.3	Nº 4	4.75	-	-	2500 ± 10	-
Nº 4	4.75	Nº 8	2.36	-	-	-	5000 ± 10
Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Número de esferas				12	11	8	6
Número de revoluciones				500	500	500	500

GRADACIÓN B	Que pasa	Retenida sobre	Masa (g)	Masa original (g)	Masa final (g)	Porcentaje de desgaste (%)	Promedio (%)
Muestra 1	3/4"	1/2"	2500	5000	3610.3	27.79	
	1/2"	3/8"	2500				
Muestra 2	3/4"	1/2"	2500	5000	3642.9	27.14	27.06
	1/2"	3/8"	2500				
Muestra 3	3/4"	1/2"	2500	5003	3690	26.24	
	1/2"	3/8"	2503				

Resistencia a la degradación por abrasión = 27.06%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

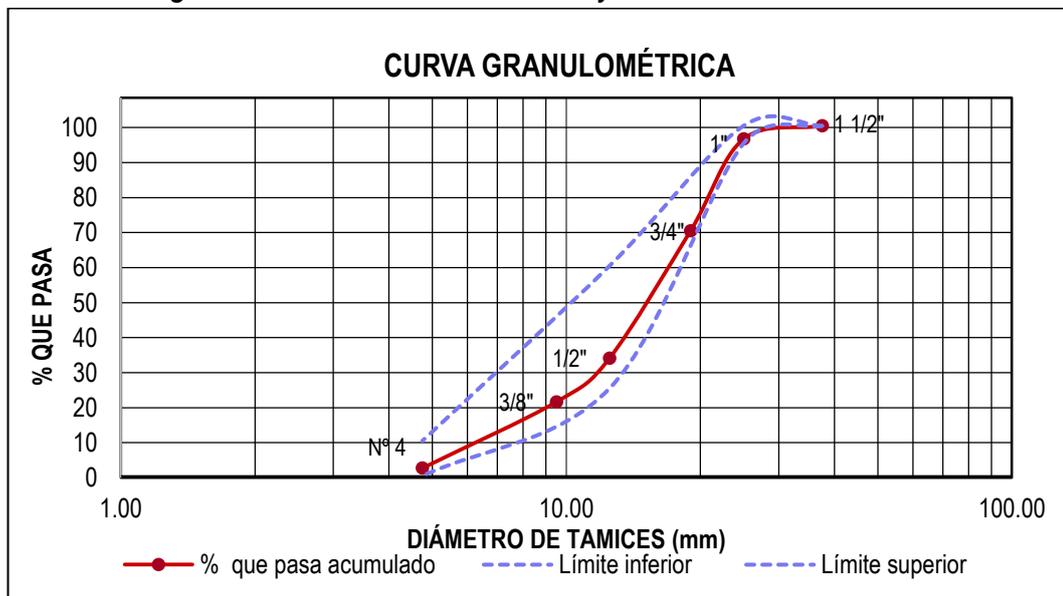
22/07/2019 - 24/07/2019

22/07/2019 - 24/07/2019

22/07/2019 - 24/07/2019

Tabla 68**Análisis granulométrico - Cantera Los Reyes - E1****UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
NTP 400.012 - ASTM C136**

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso 57	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
1 1/2"	37.50	0	0	0	100.0	0		100	100
1"	25.00	379.8	3.8	3.8	96.2			95	100
3/4"	19.00	2631.1	26.2	30.0	70.0	2.20	11.91		
1/2"	12.50	3650.5	36.4	66.4	33.6			25	60
3/8"	9.50	1252.9	12.5	78.8	21.2	1.10	11.35		
Nº 4	4.75	1900.9	18.9	97.8	2.2	0.71	26.58	0	10
Cazoleta		222.5	2.2	100.0	0			0	5
Total		10037.4	100.0				49.84	TMN = 1"	
Densidad relativa =		2.62				Se = 1.14 cm²/g			

Módulo de finura = 7.10**Figura 27****Distribución granulométrica - Cantera Los Reyes - E1**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

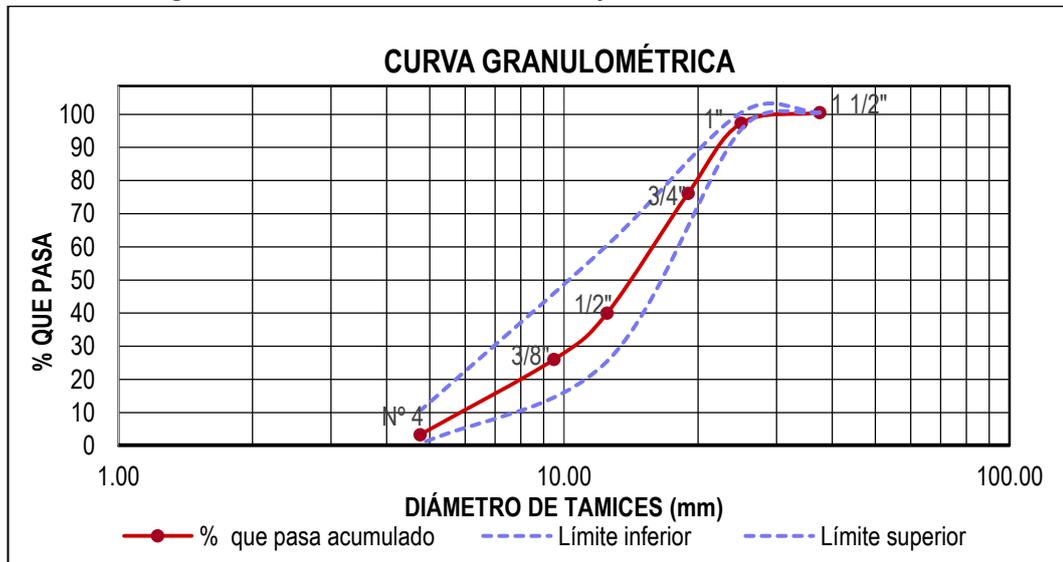
17/07/2019 - 18/07/2019

17/07/2019 - 18/07/2019

17/07/2019 - 18/07/2019

Tabla 69*Análisis granulométrico - Cantera Los Reyes - E2***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
NTP 400.012 - ASTM C136**

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso 57	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
1 1/2"	37.50	0	0	0	100.0	0		100	100
1"	25.00	431.4	4.3	4.3	95.7			95	100
3/4"	19.00	3605.3	35.9	40.2	59.8	2.20	16.32		
1/2"	12.50	3874.7	38.6	78.8	21.2			25	60
3/8"	9.50	1037.3	10.3	89.1	10.9	1.10	9.39		
Nº 4	4.75	979.1	9.8	98.9	1.1	0.71	13.69	0	10
Cazoleta		111.5	1.1	100.0	0			0	5
Total		10039.4	100.0				39.40	TMN = 1"	
Densidad relativa =			2.62				Se = 0.90 cm²/g		

Módulo de finura = 7.33**Figura 28***Distribución granulométrica - Cantera Los Reyes - E2*

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

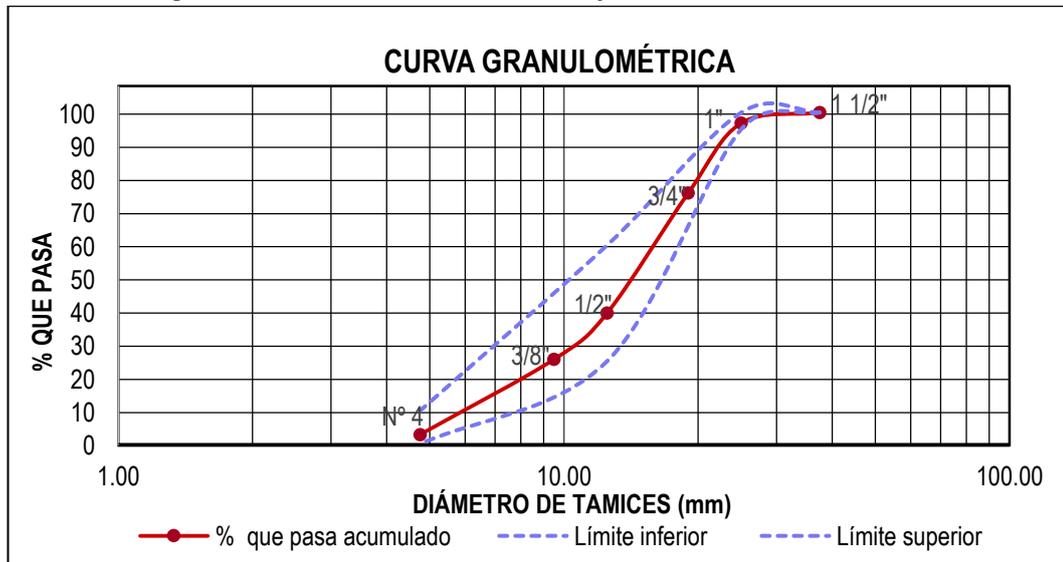
17/07/2019 - 18/07/2019

17/07/2019 - 18/07/2019

17/07/2019 - 18/07/2019

Tabla 70*Análisis granulométrico - Cantera Los Reyes - E3***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
NTP 400.012 - ASTM C136**

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso 57	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
1 1/2"	37.50	0	0.0	0.0	100.0	0		100	100
1"	25.00	318.7	3.2	3.2	96.8			95	100
3/4"	19.00	2122.9	21.1	24.3	75.7	2.20	9.61		
1/2"	12.50	3631.3	36.2	60.5	39.5			25	60
3/8"	9.50	1403.8	14.0	74.5	25.5	1.10	12.71		
Nº 4	4.75	2282.8	22.7	97.2	2.8	0.71	31.90	0	10
Cazoleta		282.8	2.8	100.0	0			0	5
Total		10042.1	100.0				54.22	TMN = 1"	
Densidad relativa =			2.62		Se = 1.24 cm²/g				

Módulo de finura = 6.99**Figura 29***Distribución granulométrica - Cantera Los Reyes - E3*

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

17/07/2019 - 18/07/2019

17/07/2019 - 18/07/2019

17/07/2019 - 18/07/2019

Tabla 71*Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera Los Reyes***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.021 - ASTM C127**

Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa de muestra antes de saturar (g)	-	5000	5000	5000
Masa en el aire, de muestra seca al horno (g)	A	4972.2	4966.3	4966.7
Masa en el aire, de muestra saturada con superficie seca (g)	B	5024.5	5015.9	5019
Masa en el agua, de muestra saturada (g)	C	3127.1	3122.8	3125.9

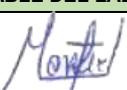
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad relativa de masa (D.r.m)	$D.r.m = \frac{A}{B-C}$	2.62	2.62	2.62	2.62
Densidad relativa con superficie seca (D.r.s.s)	$D.r.s.s = \frac{B}{B-C}$	2.65	2.65	2.65	2.65
Densidad relativa aparente (D.r.a)	$D.r.a = \frac{A}{A-C}$	2.69	2.69	2.70	2.70
Porcentaje de absorción (% A)	$\%A = \frac{B-A}{A} \times 100$	1.05%	1.00%	1.05%	1.03%

Densidad relativa = 2.62 g/cm³**Absorción = 1.03%**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera 24/07/2019 - 26/07/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 24/07/2019 - 26/07/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 24/07/2019 - 26/07/2019

Tabla 72

Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado grueso - Cantera Los Reyes

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 						
"Año de la Universalización de la Salud"						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS NTP 400.017 - ASTM C29						
Descripción	DENSIDAD DE MASA SUELTO			DENSIDAD DE MASA COMPACTADO		
	M1	M2	M3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (kg)	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
Masa del recipiente + agregado (kg)	17.85	17.7	17.58	18.27	18.46	18.24
Masa del agregado (kg)	13.19	13.04	12.92	13.61	13.80	13.58
Capacidad del recipiente (p3)	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Densidad de masa (kg/m3)	1418.28	1402.15	1389.25	1463.44	1483.87	1460.22
Promedio	1403 kg/m3			1469 kg/m3		
Tamaño máximo nominal = 1" Capacidad del recipiente = 0.0093m3						
Descripción	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO					
	Densidad de masa suelto			Densidad de masa compactado		
Densidad de masa (kg/m3)	1418.28	1402.15	1389.25	1463.44	1483.87	1460.22
Densidad relativa del agregado grueso (g/cm3)	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62
Densidad del agua (kg/m3)	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00
Porcentaje de vacíos (%)	46%	46%	47%	44%	43%	44%
Promedio	46%			44%		
Densidad de masa suelto = 1403 kg/m3 Densidad de masa compactado = 1469 kg/m3						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO		ASESOR			
						
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez			

22/08/2019 - 23/08/2019

22/08/2019 - 23/08/2019

22/08/2019 - 23/08/2019

Tabla 73

Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - Cantera Los Reyes

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 um (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS NTP 400.018 - ASTM C117				
Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	-	281.9	290.6	292.5
Masa seca original del agregado + tara (g)	-	5410.6	5395.0	5387.8
Masa seca original del agregado (g)	P1	5128.7	5104.4	5095.3
Masa seca del agregado ensayado + tara (g)	-	5401.6	5376.4	5373.3
Masa seca del agregado ensayado (g)	P2	5119.7	5085.8	5080.8
Porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um	$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$	0.18 %	0.36 %	0.28 %

Fecha de ensayo: 21/08/2019 - 23/08/2019

Porcentaje de finos = 0.27%

Tabla 74

Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - Cantera Los Reyes

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - ASTM C566				
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (g)	-	293.8	252.8	-
Masa del recipiente + agregado húmedo (g)	-	4451.2	4494.1	-
Masa del recipiente + agregado seco (g)	-	4437.4	4479.5	-
Masa del agregado húmedo original (g)	W	4157.4	4241.3	-
Masa del agregado seco (g)	D	4143.6	4226.7	-
Porcentaje de humedad (%)	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	0.33%	0.35%	-

Contenido de humedad = 0.34%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

09/12/2019 - 10/12/2019

09/12/2019 - 10/12/2019

09/12/2019 - 10/12/2019

Tabla 75*Resistencia mecánicas del agregado grueso - Cantera Los Reyes***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS POR ABRASIÓN E IMPACTO
EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
NTP 400.019 - ASTM C 131****GRADACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO**

Medida del tamiz		Masa de tamaño indicado, g					
Que pasa Tamiz (mm)	Retenida sobre Tamiz (mm)	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D		
1 1/2"	37.5	1"	25	1250 ± 25	-	-	-
1"	25	3/4"	19	1250 ± 25	-	-	-
3/4"	19	1/2"	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
1/2"	12.5	3/8"	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
3/8"	9.5	1/4"	6.3	-	-	2500 ± 10	-
1/4"	6.3	Nº 4	4.75	-	-	2500 ± 10	-
Nº 4	4.75	Nº 8	2.36	-	-	-	5000 ± 10
Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Número de esferas				12	11	8	6
Número de revoluciones				500	500	500	500

GRADACIÓN A	Que pasa	Retenida sobre	Masa (g)	Masa original (g)	Masa final (g)	Porcentaje de desgaste (%)	Promedio (%)
Muestra 1	1 1/2"	1"	1250	5002.7	3754.1	24.96	
	1"	3/4"	1252				
	3/4"	1/2"	1250				
	1/2"	3/8"	1250				
Muestra 2	1 1/2"	1"	1252	5002.7	3759.8	24.84	25.28
	1"	3/4"	1251				
	3/4"	1/2"	1250				
	1/2"	3/8"	1250				
Muestra 3	1 1/2"	1"	1251	5000.6	3698.3	26.04	
	1"	3/4"	1250				
	3/4"	1/2"	1250				
	1/2"	3/8"	1250				

Resistencia a la degradación por abrasión = 25.28%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

20/08/2019 - 22/08/2019

20/08/2019 - 22/08/2019

20/08/2019 - 22/08/2019

C. Propiedades físico - mecánicas de agregados de río

Tabla 76

Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Doña Ana - E1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

"Año de la Universalización de la Salud"



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL

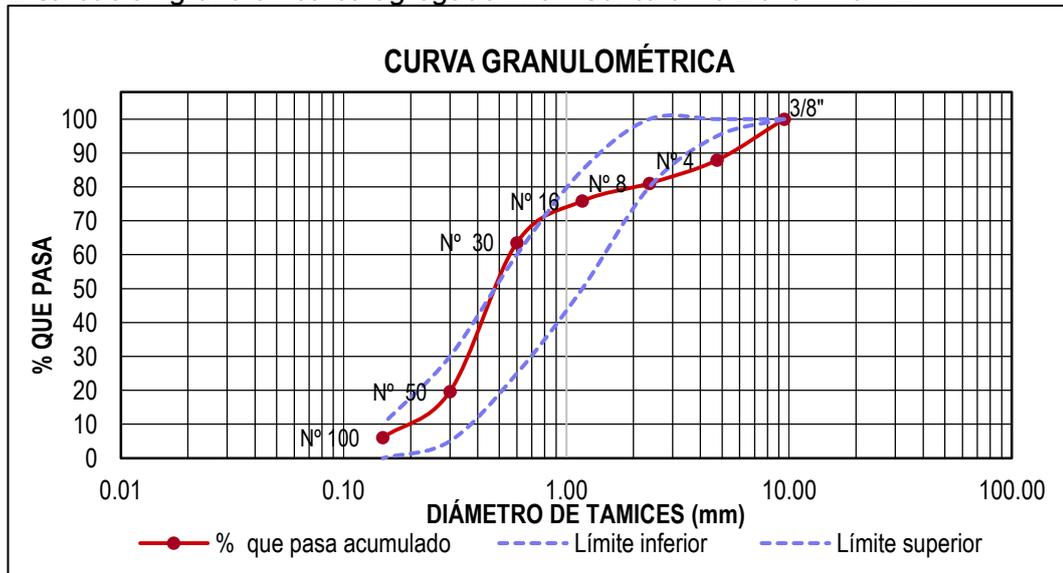
NTP 400.012 - ASTM C136

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
3/8"	9.50	0	0	0	100.0	-	-	100	100
Nº 4	4.75	121.1	12.1	12.1	87.9	0.71	17.00	95	100
Nº 8	2.36	68.2	6.8	18.9	81.1	0.36	19.19	80	100
Nº 16	1.18	52.3	5.2	24.2	75.8	0.18	29.55	50	85
Nº 30	0.60	122.6	12.3	36.4	63.6	0.09	137.78	25	60
Nº 50	0.30	439.1	43.9	80.3	19.7	0.05	975.97	5	30
Nº 100	0.15	135.9	13.6	93.9	6.1	0.02	604.12	0	10
Cazoleta		60.6	6.1	100.0	0				
Total		999.8	100.0				1783.62		
Densidad relativa =			2.42		Se = 44.22 cm ² /g				

Módulo de finura = 2.66

Figura 30

Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Doña Ana - E1



RESPONSABLE DEL ENSAYO

Lorena Uriarte Herrera

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

ASESOR

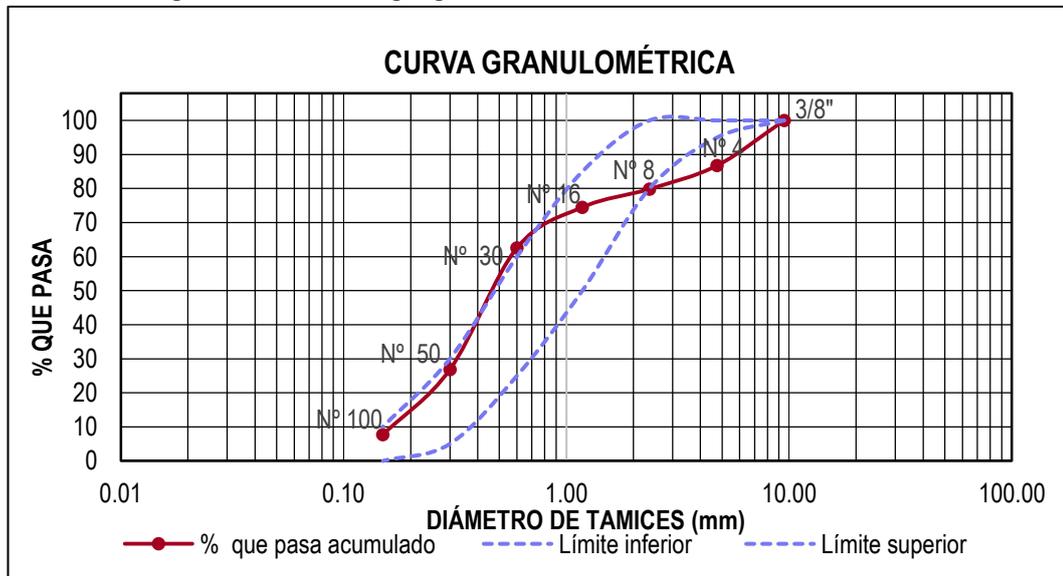
Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 77**Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Doña Ana - E2****UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

"Año de la Universalización de la Salud"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
NTP 400.012 - ASTM C136**

TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso	
							Límite inferior	Límite superior
Nº	mm							
3/8"	9.50	0	0	100.0			100	100
Nº 4	4.75	132.4	13.2	86.8	0.71	18.59	95	100
Nº 8	2.36	68.8	6.9	79.9	0.36	19.36	80	100
Nº 16	1.18	53.6	5.4	74.5	0.18	30.29	50	85
Nº 30	0.60	119.4	11.9	62.6	0.09	134.20	25	60
Nº 50	0.30	357.0	35.7	26.9	0.05	793.57	5	30
Nº 100	0.15	191.5	19.2	92.3	0.02	851.37	0	10
Cazoleta		77.0	7.7	100.0	0			
Total		999.7	100.0			1847.37		
Densidad relativa =		2.42				Se = 45.8 cm²/g		

Módulo de finura = 2.62**Figura 31****Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Doña Ana - E2****RESPONSABLE DEL ENSAYO****RESPONSABLE DEL LABORATORIO****ASESOR**

Lorena Uriarte Herrera

Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia

Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

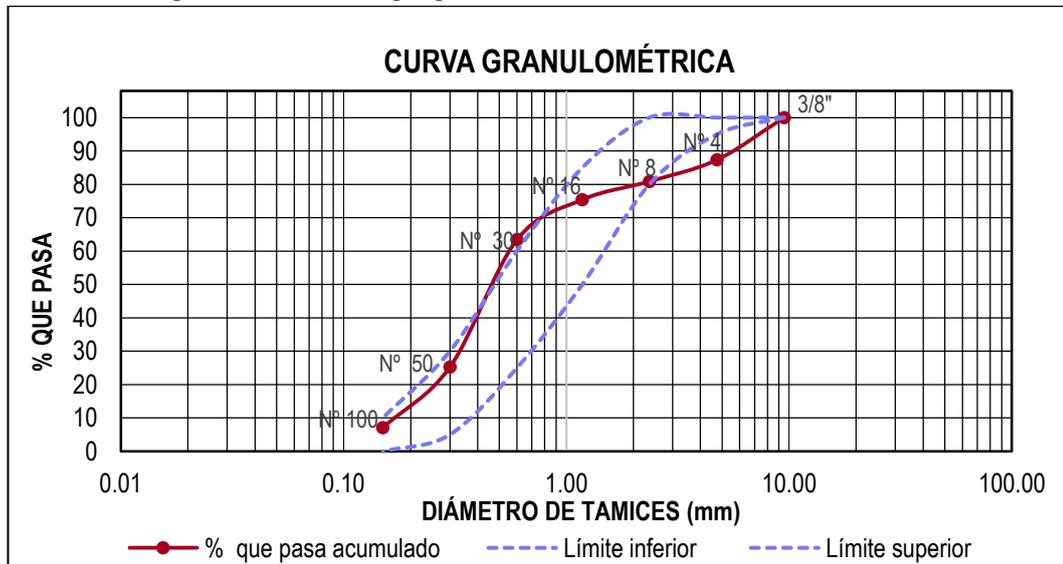
16/09/2019 - 17/09/2019

16/09/2019 - 17/09/2019

16/09/2019 - 17/09/2019

Tabla 78**Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Doña Ana - E3****UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
NTP 400.012 - ASTM C136**

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
3/8"	9.50	0	0	0	100.0			100	100
Nº 4	4.75	126.5	12.7	12.7	87.4	0.71	17.75	95	100
Nº 8	2.36	64.8	6.5	19.1	80.9	0.36	18.23	80	100
Nº 16	1.18	54.7	5.5	24.6	75.4	0.18	30.90	50	85
Nº 30	0.60	120.1	12.0	36.6	63.4	0.09	134.94	25	60
Nº 50	0.30	381.5	38.2	74.8	25.2	0.05	847.78	5	30
Nº 100	0.15	181.4	18.1	92.9	7.1	0.02	806.22	0	10
Cazoleta		71.0	7.1	100.0	0				
Total		1000.0	100.0				1855.83		
Densidad relativa =		2.42						Se = 46.01 cm²/g	

Módulo de finura = 2.61**Figura 32****Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Doña Ana - E3**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

16/09/2019 - 17/09/2019

16/09/2019 - 17/09/2019

16/09/2019 - 17/09/2019

Tabla 79*Densidad relativa y absorción del agregado fino - Cantera río Doña Ana***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
NTP 400.022 - ASTM C128**

Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa de fiola (g)	-	182.8	182.8	182.8
Masa de fiola con agregado saturado superficialmente seco (g)	-	682.8	682.8	682.8
Masa de fiola llena de agregado y agua hasta la línea de calibración (g)	C	980.5	981.9	980.7
Masa de fiola llena de agua hasta la línea de calibración (g)	B	680.6	680.6	680.6
Masa del agregado saturado superficialmente seco (g)	S	500.0	500.0	500.0
Masa del agregado seco al horno (g)	A	482.0	481.9	482.3
Capacidad de fiola (cm ³)	V	500.0	500.0	500.0

Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad relativa de masa (D.r.m)	$D.r.m = \frac{A}{B+S-C}$	2.41	2.43	2.41	2.42
Densidad relativa con superficie seca (D.r.s.s.s)	$D.r.s.s.s = \frac{S}{B+S-C}$	2.50	2.52	2.50	2.51
Densidad relativa aparente (D.r.a)	$D.r.a = \frac{A}{B+A-C}$	2.65	2.67	2.65	2.65
Porcentaje de absorción (% A)	$\% A = \frac{S-A}{A} \times 100$	3.73%	3.76%	3.67%	3.72%

Densidad relativa = 2.42 g/cm³**Absorción = 3.72%**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

11/09/2019 - 13/09/2019

11/09/2019 - 13/09/2019

11/09/2019 - 13/09/2019

Tabla 80*Densidad de masa y porcentaje de vacíos del agregado fino - Cantera río Doña Ana***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS
NTP 400.017 - ASTM C29**

Descripción	DENSIDAD DE MASA SUELTO			DENSIDAD DE MASA COMPACTADO		
	M1	M2	M3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (kg)	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
Masa del recipiente + agregado (kg)	5.86	5.84	5.74	6.09	6.15	6.12
Masa del agregado (kg)	4.21	4.18	4.08	4.43	4.49	4.46
Capacidad del recipiente (p3)	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10
Densidad de masa (kg/m ³)	1501.79	1494.29	1458.57	1583.21	1604.29	1592.50
Promedio	1485 kg/m³			1593 kg/m³		

Tamaño máximo nominal = 3/8"
Capacidad del recipiente = 0.0028m³

Descripción	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO					
	Densidad de masa suelto			Densidad de masa compactado		
Densidad de masa (kg/m ³)	1501.79	1494.29	1458.57	1583.21	1604.29	1592.50
Densidad relativa del agregado fino (g/cm ³)	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
Densidad del agua, (kg/m ³)	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00
Porcentaje de vacíos (%)	38%	38%	40%	34%	34%	34%
Promedio	39%			34%		

Densidad de masa suelto= 1485 kg/m³
Densidad de masa compactado= 1593 kg/m³

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR

Lorena Uriarte Herrera 22/08/2019 - 23/08/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 22/08/2019 - 23/08/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 22/08/2019 - 23/08/2019
---	---	---

Tabla 81

Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado fino - Cantera río Doña Ana

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 um (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS NTP 400.018 - ASTM C117				
Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	-	151.1	150.9	149.6
Masa seca original del agregado + tara (g)	-	1348.1	1349.8	1344.6
Masa seca original del agregado (g)	P1	1197.0	1198.9	1195
Masa seca del agregado ensayado + tara (g)	-	1265.1	1251.8	1253.6
Masa seca del agregado ensayado (g)	P2	1114	1100.9	1104.0
Porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um	$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$	6.93 %	8.17 %	7.62 %

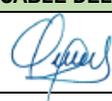
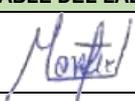
Fecha de ensayo: 19/08/2019 - 21/08/2019

Porcentaje de finos = 7.6%

Tabla 82

Porcentaje de humedad total evaporable del agregado fino - Cantera río Doña Ana

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - ASTM C566				
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (g)	-	149.4	90.8	88.9
Masa del recipiente + agregado húmedo (g)	-	1470.8	1257.9	1431.8
Masa del recipiente + agregado seco (g)	-	1339.2	1133.9	1298.7
Masa del agregado húmedo original (g)	W	1321.4	1167.1	1342.9
Masa del agregado seco (g)	D	1189.8	1043.1	1209.8
Porcentaje de humedad (%)	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	11.06%	11.89%	11.00%
Contenido de humedad = 11.32%				

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		

Lorena Uriarte Herrera 18/11/2019 - 19/11/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 18/11/2019 - 19/11/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 18/11/2019 - 19/11/2019
---	---	---

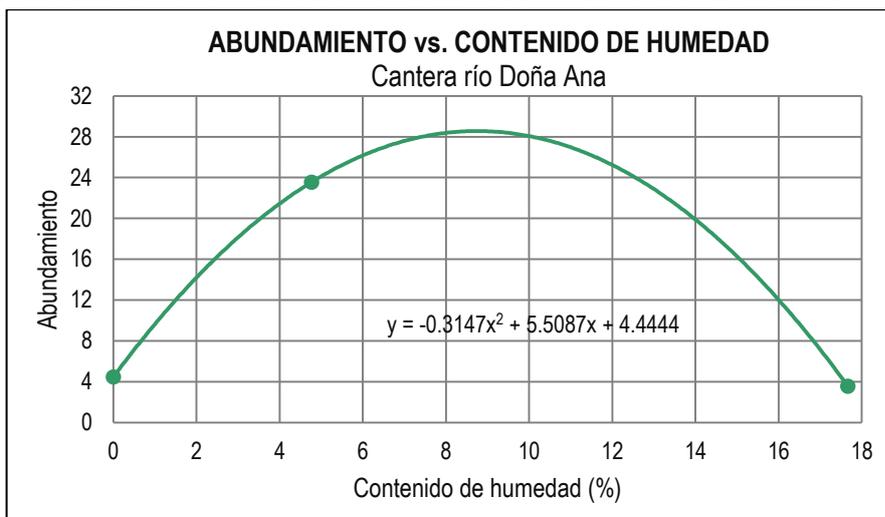
Tabla 83

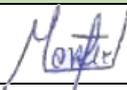
Abundamiento del agregado fino - Cantera río Doña Ana

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES										
ABUNDAMIENTO DEL AGREGADO FINO - CANTERA RÍO DOÑA ANA										
Descripción		Muestra 1			Muestra 2			Muestra 3		
Volumen inicial (ml)	V1	375	375	375	375	375	375	375	375	375
Volumen final (ml)	V2	355	360	360	280	290	290	370	355	360
Abundamiento		5.33	4.00	4.00	25.33	22.67	22.67	1.33	5.33	4.00
Promedio (%)		4.44			23.56			3.56		
		Muestra 1 - i			Muestra 1 - ii			Muestra 1 - iii		
		Humedad promedio M1						0%		
Descripción		Muestra 2 - i			Muestra 2 - ii			Muestra 2 - iii		
Masa del agregado húmeda (g)	W	1050.6			1024.4			1013.1		
Masa del agregado seco (g)	D	1003.8			977.4			966.4		
Humedad (%)		4.7%			4.8%			4.8%		
		Humedad promedio M2						4.8%		
Descripción		Muestra 3 - i			Muestra 3 - ii			Muestra 3 - iii		
Masa del agregado húmeda (g)	W	1293.8			1365.9			1356.7		
Masa del agregado seco (g)	D	1103.7			1158.3			1151.2		
Humedad (%)		17.2%			17.9%			17.9%		
		Humedad promedio M3						17.7%		

Figura 33

Abundamiento vs. Contenido de humedad - Cantera río Doña Ana



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		

Lorena Uriarte Herrera 18/11/2019 - 19/11/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 18/11/2019 - 19/11/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 18/11/2019 - 19/11/2019
---	---	---

Tabla 84

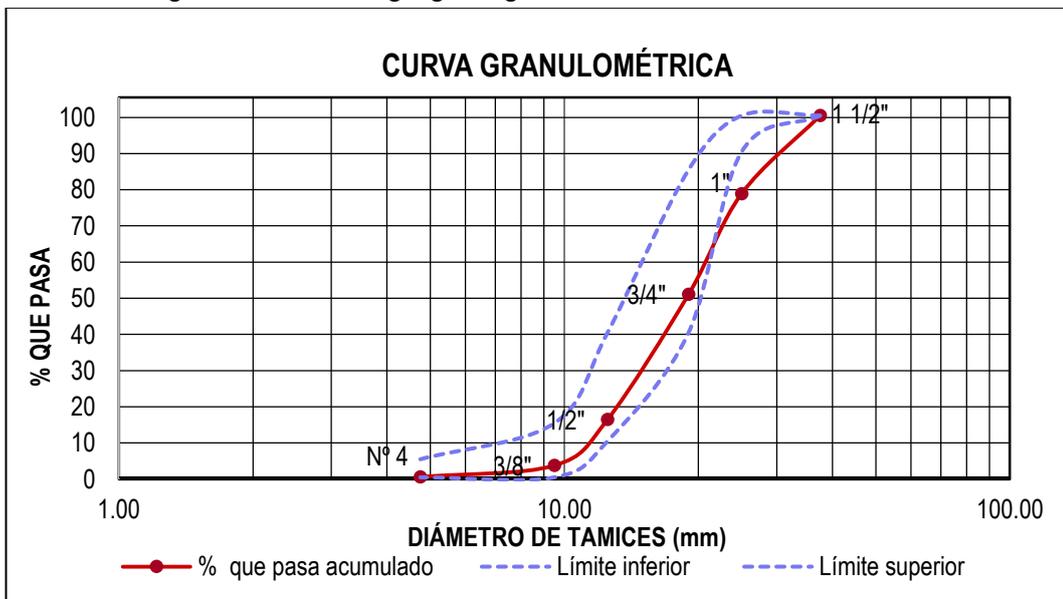
Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E1

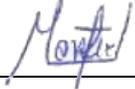
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL								
NTP 400.012 - ASTM C136								
		Huso 56						
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Límite inferior	Límite superior
Nº mm								
1 1/2"	37.50	0	0	100.0	0		100	100
1"	25.00	2175.4	21.6	21.6	78.4		90	100
3/4"	19.00	2805.7	27.8	49.4	50.6	2.20	40	85
1/2"	12.50	3485.6	34.6	84.0	16.0		10	40
3/8"	9.50	1278.1	12.7	96.7	3.3	1.10	0	15
Nº 4	4.75	320.9	3.2	99.9	0.1	0.71	0	5
Cazoleta	10.7	0.1	100.0	0				
Total	10076.4	100.0				28.66	TMN = 1"	
Densidad relativa =		2.59		Se =		0.66 cm ² /g		

Módulo de finura = 7.68

Figura 34

Distribución granulométrica agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E1



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		

Lorena Uriarte Herrera 26/08/2019 - 27/08/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 26/08/2019 - 27/08/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 26/08/2019 - 27/08/2019
---	---	---

Tabla 85

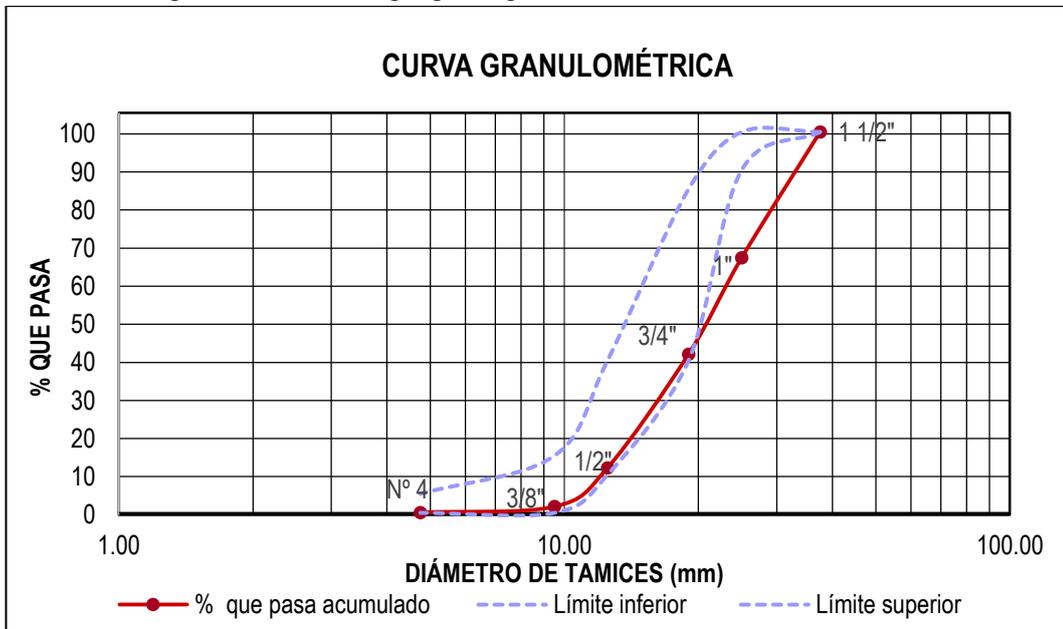
Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E2

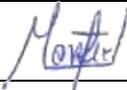
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL								
NTP 400.012 - ASTM C136								
		Huso 56						
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Límite inferior	Límite superior
Nº mm								
1 1/2"	37.50	0	0	100.0	0		100	100
1"	25.00	3316	33.1	33.1	66.9		90	100
3/4"	19.00	2535.4	25.3	58.3	41.7	2.20	40	85
1/2"	12.50	2993	29.8	88.2	11.8		10	40
3/8"	9.50	1021.1	10.2	98.4	1.6	1.10	0	15
Nº 4	4.75	155.1	1.5	99.9	0.1	0.71	0	5
Cazoleta	10.1	0.1	100.0	0				
Total	10030.7	100.0				22.91	TMN = 1"	
Densidad relativa =		2.59		Se =		0.53 cm ² /g		

Módulo de finura = 7.90

Figura 35

Distribución granulométrica agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E2



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		

Lorena Uriarte Herrera 26/08/2019 - 27/08/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 26/08/2019 - 27/08/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 26/08/2019 - 27/08/2019
---	---	---

Tabla 86

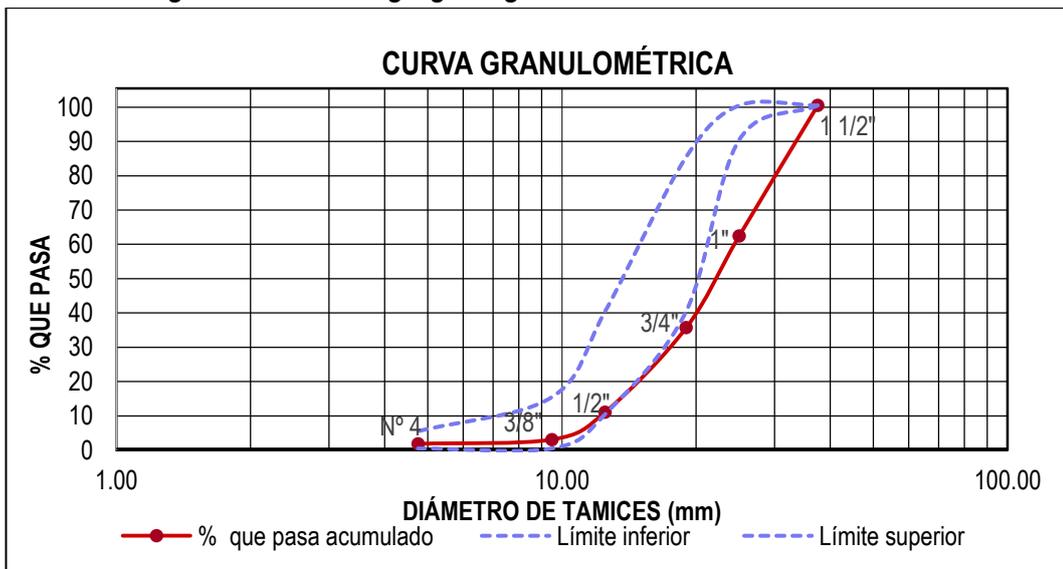
Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E3

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"									
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL									
NTP 400.012 - ASTM C136									
								Huso 56	
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Límite inferior	Límite superior	
Nº mm									
1 1/2"	37.50	0	0	100.0	0		100	100	
1"	25.00	3876.8	38.0	62.0			90	100	
3/4"	19.00	2733.6	26.8	35.2	2.20	12.18	40	85	
1/2"	12.50	2512.7	24.6	10.6			10	40	
3/8"	9.50	812.7	8.0	2.6	1.10	7.24	0	15	
Nº 4	4.75	130.3	1.3	98.7	0.71	1.79	0	5	
Cazoleta	136.0	1.3	100.0	0					
Total	10202.1	101.7				21.21	TMN = 1"		
Densidad relativa =		2.59		Se = 0.49 cm²/g					

Módulo de finura = 7.99

Figura 36

Distribución granulométrica agregado grueso - Cantera río Doña Ana - E3



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		

Lorena Uriarte Herrera 26/08/2019 - 27/08/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 26/08/2019 - 27/08/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 26/08/2019 - 27/08/2019
---	---	---

Tabla 87

Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera río Doña Ana

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"					
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO NTP 400.021 - ASTM C127					
Descripción		Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa de muestra antes de saturar (g)		-	4000.0	4000.0	4000.0
Masa en el aire, de muestra seca al horno (g)		A	3954.8	3963.6	3963.8
Masa en el aire, de muestra saturada con superficie seca (g)		B	4015.0	4020.5	4019.3
Masa en el agua, de muestra saturada (g)		C	2485.2	2489.0	2488.8
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad relativa de masa (D.r.m)	$D.r.m = \frac{A}{B-C}$	2.59	2.59	2.59	2.59
Densidad relativa con superficie seca (D.r.s.s)	$D.r.s.s = \frac{B}{B-C}$	2.62	2.63	2.63	2.63
Densidad relativa aparente (D.r.a)	$D.r.a = \frac{A}{A-C}$	2.69	2.69	2.69	2.69
Porcentaje de absorción (% A)	$\%A = \frac{B-A}{A} \times 100$	1.52%	1.44%	1.40%	1.45%

Densidad relativa = 2.59 g/cm³
Absorción = 1.45%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 26/08/2019 - 28/08/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 26/08/2019 - 28/08/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 26/08/2019 - 28/08/2019

Tabla 88

Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado grueso - Cantera río Doña Ana

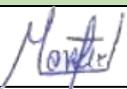
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  "Año de la Universalización de la Salud"						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS NTP 400.017 - ASTM C29						
Descripción	DENSIDAD DE MASA SUELTO			DENSIDAD DE MASA COMPACTADO		
	M1	M2	M3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (kg)	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71
Masa del recipiente + agregado (kg)	19.35	19.28	19.19	20.01	19.99	19.99
Masa del agregado (kg)	14.64	14.57	14.48	15.3	15.28	15.28
Capacidad del recipiente (p3)	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Densidad de masa (kg/m ³)	1574.19	1566.67	1556.99	1645.16	1643.01	1643.01
Promedio	1566 kg/m³			1644 kg/m³		
Tamaño máximo nominal = 1" Capacidad del recipiente = 0.0093m ³						
Descripción	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO					
	Densidad de masa suelto			Densidad de masa compactado		
Densidad de masa (kg/m ³)	1574.19	1566.67	1556.99	1645.16	1643.01	1643.01
Densidad relativa del agregado grueso (g/cm ³)	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
Densidad del agua (kg/m ³)	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00
Porcentaje de vacíos (%)	39%	39%	40%	36%	36%	36%
Promedio	39%			36%		
Densidad de masa suelto = 1566 kg/m ³ Densidad de masa compactado = 1644 kg/m ³						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO		ASESOR			
						
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez			
22/08/2019 - 23/08/2019	22/08/2019 - 23/08/2019		22/08/2019 - 23/08/2019			

Tabla 89

Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - Cantera río Doña Ana

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 um (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS NTP 400.018 - ASTM C117				
Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	-	281.9	292.5	281.9
Masa seca original del agregado + tara (g)	-	5417.8	5326.1	5343.4
Masa seca original del agregado (g)	P1	5135.9	5033.6	5061.5
Masa seca del agregado ensayado + tara (g)	-	5403.6	5304.1	5337
Masa seca del agregado ensayado (g)	P2	5121.7	5011.6	5055.1
Porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um	$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$	0.28 %	0.44 %	0.13 %

Fecha de ensayo: 02/09/2019 - 04/09/2019

Porcentaje de finos = 0.28%

Tabla 90

Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - Cantera río Doña Ana

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - ASTM C566				
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (g)	-	182.8	160.2	-
Masa del recipiente + agregado húmedo (g)	-	5058.8	4651.4	-
Masa del recipiente + agregado seco (g)	-	4979.4	4637.4	-
Masa del agregado húmedo original (g)	W	4876	4491.2	-
Masa del agregado seco (g)	D	4796.6	4477.2	-
Porcentaje de humedad (%)	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	1.66%	0.31%	-

Contenido de humedad = 0.98%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 18/11/2019 - 19/11/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 18/11/2019 - 19/11/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 18/11/2019 - 19/11/2019

Tabla 91

Resistencia mecánicas del agregado grueso - Cantera río Doña Ana

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA <i>"Año de la Universalización de la Salud"</i>					
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES							
NTP 400.019 - ASTM C 131							
GRADACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO							
Medida del tamiz				Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa Tamiz (mm)	Retenida sobre Tamiz (mm)	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D		
1 1/2"	37.5	1"	25	1250 ± 25	-	-	-
1"	25	3/4"	19	1250 ± 25	-	-	-
3/4"	19	1/2"	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
1/2"	12.5	3/8"	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
3/8"	9.5	1/4"	6.3	-	-	2500 ± 10	-
1/4"	6.3	Nº 4	4.75	-	-	2500 ± 10	-
Nº 4	4.75	Nº 8	2.36	-	-	-	5000 ± 10
Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Número de esferas				12	11	8	6
Número de revoluciones				500	500	500	500

GRADACIÓN A	Que pasa	Retenida sobre	Masa (g)	Masa original (g)	Masa final (g)	Porcentaje de desgaste (%)	Promedio (%)
Muestra 1	1 1/2"	1"	1248	5000.6	3740.6	25.20	
	1"	3/4"	1249				
	3/4"	1/2"	1251				
	1/2"	3/8"	1253				
Muestra 2	1 1/2"	1"	1249	5000.7	3745.3	25.10	25.23
	1"	3/4"	1251				
	3/4"	1/2"	1250				
	1/2"	3/8"	1252				
Muestra 3	1 1/2"	1"	1248	5002.9	3732.7	25.39	
	1"	3/4"	1250				
	3/4"	1/2"	1253				
	1/2"	3/8"	1253				

Resistencia a la degradación por abrasión = 25.23%

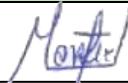
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera 02/09/2019 - 04/09/2019	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 02/09/2019 - 04/09/2019	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 02/09/2019 - 04/09/2019

Tabla 92

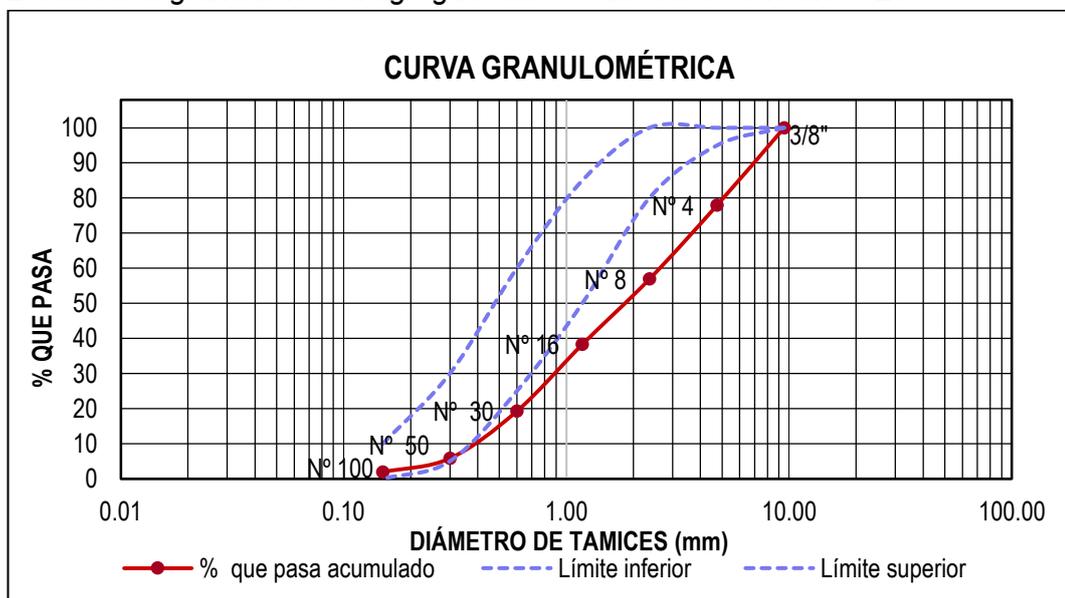
Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Chotano - E1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA <i>"Año de la Universalización de la Salud"</i>									
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL									
NTP 400.012 - ASTM C136									
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso		
							Límite inferior	Límite superior	
Nº	mm								
3/8"	9.50	0	0	0	100.0			100	100
Nº 4	4.75	219.3	21.9	21.9	78.1	0.71	30.79	95	100
Nº 8	2.36	203.7	20.4	42.3	57.7	0.36	57.33	80	100
Nº 16	1.18	199.2	19.9	62.3	37.7	0.18	112.60	50	85
Nº 30	0.60	194.0	19.4	81.7	18.3	0.09	218.09	25	60
Nº 50	0.30	131.1	13.1	94.8	5.2	0.05	291.48	5	30
Nº 100	0.15	32.2	3.2	98.0	2.0	0.02	143.18	0	10
Cazoleta		20.0	2.0	100.0	0				
Total		999.5	100.0				853.47		
Densidad relativa =		2.54		Se = 20.16 cm ² /g					

Módulo de finura = 4.00

Figura 37

Distribución granulométrica agregado fino - Cantera río Chotano - E1



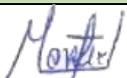
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera 23/09/2019 - 24/09/2019	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 23/09/2019 - 24/09/2019	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 23/09/2019 - 24/09/2019

Tabla 93

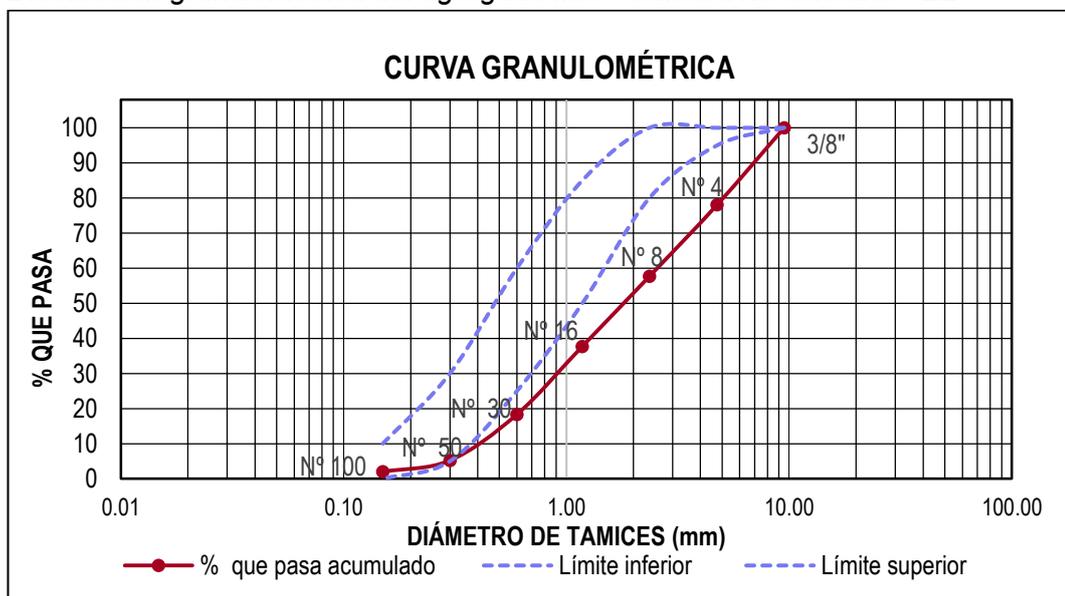
Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Chotano - E2

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
3/8"	9.50	0	0	0	100.0			100	100
Nº 4	4.75	219.3	21.9	21.9	78.1	0.71	30.79	95	100
Nº 8	2.36	203.7	20.4	42.3	57.7	0.36	57.33	80	100
Nº 16	1.18	199.2	19.9	62.3	37.7	0.18	112.60	50	85
Nº 30	0.60	194.0	19.4	81.7	18.3	0.09	218.09	25	60
Nº 50	0.30	131.1	13.1	94.8	5.2	0.05	291.48	5	30
Nº 100	0.15	32.2	3.2	98.0	2.0	0.02	143.18	0	10
Cazoleta		20.0	2.0	100.0	0				
Total		999.5	100.0				853.47		
Densidad relativa =			2.54		Se = 20.16 cm ² /g				

Módulo de finura = 4.01

Figura 38

Distribución granulométrica del agregado fino - Cantera río Chotano - E2



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera 23/09/2019 - 24/09/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 23/09/2019 - 24/09/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 23/09/2019 - 24/09/2019

Tabla 94

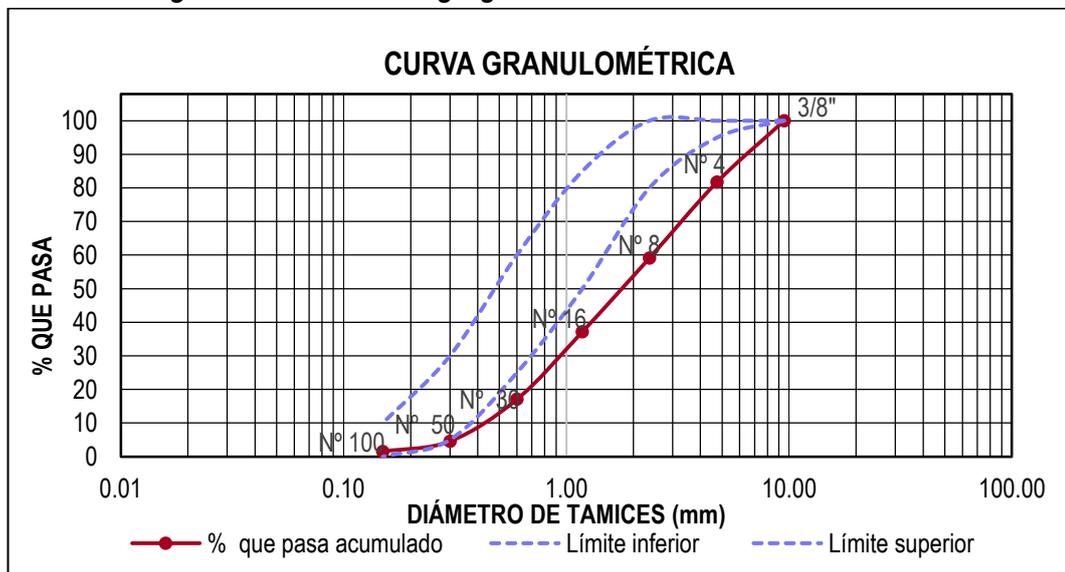
Análisis granulométrico - agregado fino - Cantera río Chotano - E3

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
3/8"	9.50	0	0	0	100.0			100	100
Nº 4	4.75	182.3	18.2	18.2	81.8	0.71	25.61	95	100
Nº 8	2.36	226.3	22.6	40.9	59.1	0.36	63.71	80	100
Nº 16	1.18	219.3	21.9	62.8	37.2	0.18	124.00	50	85
Nº 30	0.60	200.9	20.1	82.9	17.1	0.09	225.91	25	60
Nº 50	0.30	124.7	12.5	95.4	4.6	0.05	277.33	5	30
Nº 100	0.15	30.5	3.1	98.5	1.5	0.02	135.66	0	10
Cazoleta		15.2	1.5	100.0	0				
Total		999.2	100.0				852.22		
Densidad relativa =		2.54		Se = 20.13 cm ² /g					

Módulo de finura = 3.99

Figura 39

Distribución granulométrica del agregado fino - Cantera río Chotano - E3



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera 23/09/2019 - 24/09/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 23/09/2019 - 24/09/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 23/09/2019 - 24/09/2019

Tabla 95

Densidad relativa y absorción del agregado fino - Cantera río Chotano

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 				
"Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO NTP 400.022 - ASTM C128				
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa de fiola (g)	-	182.9	183.1	182.8
Masa de fiola con agregado saturado superficialmente seco (g)	-	682.9	683.1	682.8
Masa de fiola llena de agregado y agua hasta la línea de calibración (g)	C	988.3	988.4	989.0
Masa de fiola llena de agua hasta la línea de calibración (g)	B	680.6	680.6	680.6
Masa del agregado saturado superficialmente seco (g)	S	500	500	500
Masa del agregado seco al horno (g)	A	487.9	489.3	488.5
Capacidad de fiola (cm ³)	V	500	500	500

Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad relativa de masa (D.r.m) $D.r.m = \frac{A}{B-C}$	2.54	2.55	2.55	2.54
Densidad relativa con superficie seca (P.e.s.s.s) $P.e.s.s.s = \frac{S}{B+S-C}$	2.60	2.60	2.61	2.60
Densidad relativa con superficie seca (D.r.s.s.s) $D.r.s.s.s = \frac{B}{B-C}$	2.71	2.70	2.71	2.71
Porcentaje de absorción (% A) $\%A = \frac{S-A}{A} \times 100$	2.48%	2.19%	2.35%	2.34%

Densidad relativa = 2.54 g/cm³
Absorción = 2.34%

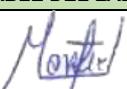
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 17/09/2019 - 19/09/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 17/09/2019 - 19/09/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 17/09/2019 - 19/09/2019

Tabla 96*Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado fino - Cantera río Chotano*

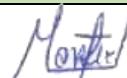
		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
<i>"Año de la Universalización de la Salud"</i>						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS						
NTP 400.017 - ASTM C29						
Descripción	DENSIDAD DE MASA SUELTO			DENSIDAD DE MASA COMPACTADO		
	M1	M2	M3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (kg)	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
Masa del recipiente + agregado (kg)	6.24	6.26	6.26	6.62	6.63	6.65
Masa del agregado (kg)	4.58	4.60	4.61	4.96	4.98	4.99
Capacidad del recipiente (p3)	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10
Densidad de masa (kg/m ³)	1635.00	1642.50	1645.00	1772.86	1777.14	1783.21
Promedio	1641 kg/m³			1778 kg/m³		
Tamaño máximo nominal = 3/8"						
Capacidad del recipiente = 0.0028m³						
Descripción	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO FINO					
	Densidad de masa suelto			Densidad de masa compactado		
Densidad de masa (kg/m ³)	1635.00	1642.50	1645.00	1772.86	1777.14	1783.21
Densidad relativa del agregado grueso (g/cm ³)	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
Densidad del agua (kg/m ³)	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00
Porcentaje de vacíos (%)	36%	35%	35%	30%	30%	30%
Promedio	35%			30%		
Densidad de masa suelto = 1641 kg/m³						
Densidad de masa compactado = 1778 kg/m³						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO		ASESOR			
						
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez			
10/09/2019 - 11/09/2019	10/09/2019 - 11/09/2019		10/09/2019 - 11/09/2019			

Tabla 97

Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado fino - Cantera río Chotano

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 				
"Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 um (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS NTP 400.018 - ASTM C117				
Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	-	151.1	149.5	151.1
Masa seca original del agregado + tara (g)	-	1329	1329.4	1183.4
Masa seca original del agregado (g)	P1	1177.9	1179.9	1032.3
Masa seca del agregado ensayado + tara (g)	-	1263.8	1271.3	1138.2
Masa seca del agregado ensayado (g)	P2	1112.7	1121.8	987.1
Porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um	$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$	5.54%	4.92%	4.38%

Fecha de ensayo: 16/09/2019 - 18/09/2019

Porcentaje de finos = 4.95%

Tabla 98

Porcentaje de humedad total evaporable del agregado fino - Cantera río Chotano

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 				
"Año de la Universalización de la Salud"				
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - ASTM C566				
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (g)	-	151.1	151.7	149.6
Masa del recipiente + agregado húmedo (g)	-	1468.5	1520.5	1515.2
Masa del recipiente + agregado seco (g)	-	1384.0	1452.5	1438.8
Masa del agregado húmedo original (g)	W	1317.4	1368.8	1365.6
Masa del agregado seco (g)	D	1232.9	1300.8	1289.2
Porcentaje de humedad (%)	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	6.85%	5.23%	5.93%

Contenido de humedad = 6.00%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 11/11/2019 - 12/11/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 11/11/2019 - 12/11/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 11/11/2019 - 12/11/2019

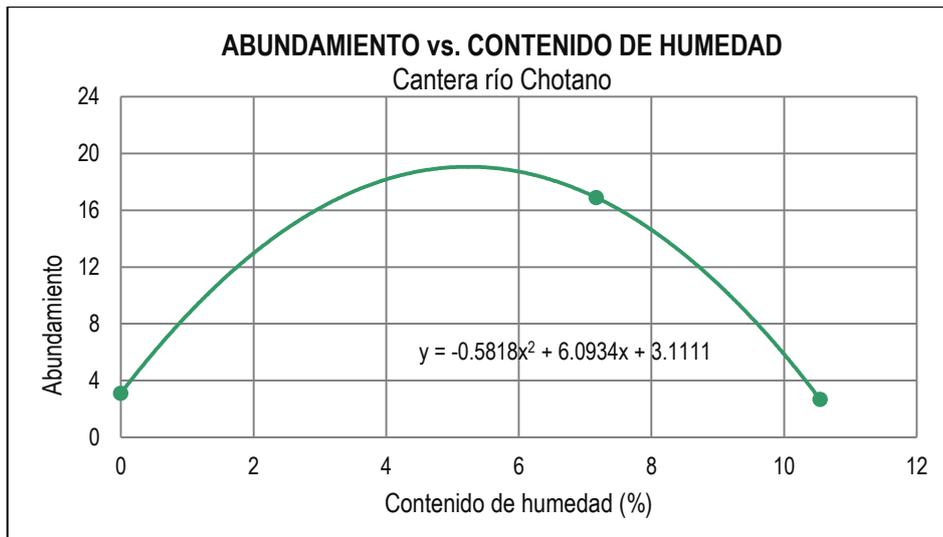
Tabla 99

Abundamiento del agregado fino - Cantera río Chotano

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES										
ABUNDAMIENTO DEL AGREGADO FINO - CANTERA RÍO CHOTANO										
Descripción		Muestra 1			Muestra 2			Muestra 3		
Volumen inicial (ml)	V1	375	375	375	375	375	375	375	375	375
Volumen final (ml)	V2	360	370	360	310	315	310	375	360	360
Abundamiento		4.00	1.33	4.00	17.33	16.00	17.33	0	4.00	4.00
Promedio (%)		3.11			16.89			2.67		
		Muestra 1 - i		Muestra 1 - ii		Muestra 1 - iii				
		Humedad promedio M1						0%		
Descripción		Muestra 2 - i			Muestra 2 - ii			Muestra 2 - iii		
Masa del agregado húmeda (g)	W	1112.3			1063.8			1045.6		
Masa del agregado seco (g)	D	1045.2			977			984.5		
Humedad (%)		6.4%			8.9%			6.2%		
		Humedad promedio M2						7.2%		
Descripción		Muestra 3 - i			Muestra 3 - ii			Muestra 3 - iii		
Masa del agregado húmeda (g)	W	1115.3			1246.1			1344.7		
Masa del agregado seco (g)	D	1007.3			1127.3			1218.3		
Humedad (%)		10.7%			10.5%			10.4%		
		Humedad promedio M3						10.5%		

Figura 40

Abundamiento vs. Contenido de humedad - Cantera río Chotano



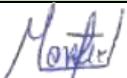
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera 11/11/2019 - 12/11/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 11/11/2019 - 12/11/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 11/11/2019 - 12/11/2019

Tabla 100

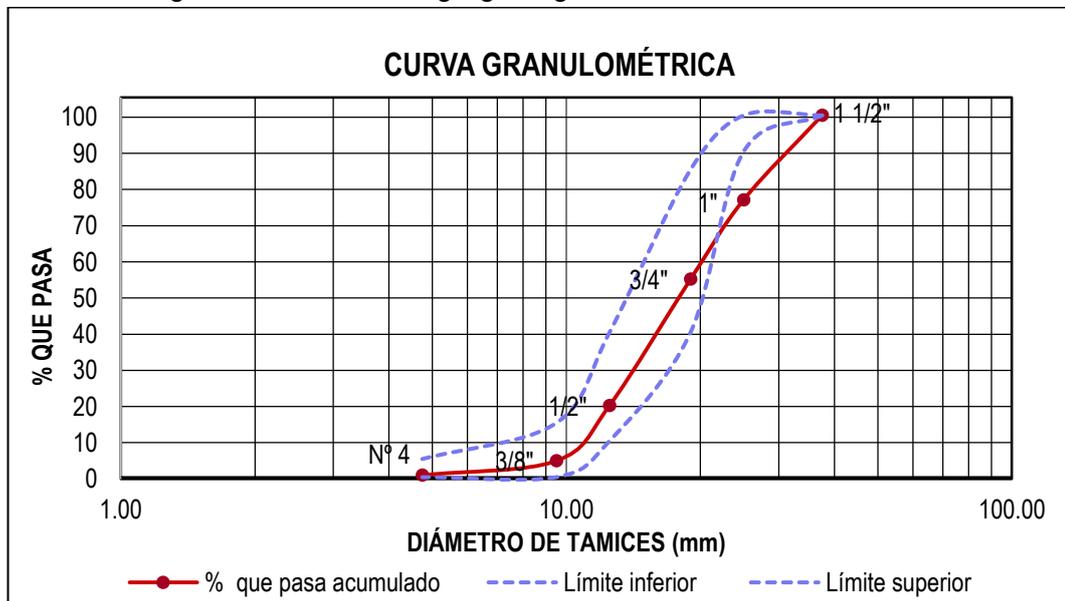
Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Chotano - E1

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136								
TAMIZ	Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso 56	
							Límite inferior	Límite superior
Nº mm								
1 1/2"	37.50	0	0	100.0	0		100	100
1"	25.00	2343.2	23.3	23.3	76.7		90	100
3/4"	19.00	2204.1	22.0	45.3	54.7	2.20	40	85
1/2"	12.50	3505.1	34.9	80.2	19.8		10	40
3/8"	9.50	1534.2	15.3	95.5	4.5	1.10	0	15
Nº 4	4.75	400.4	4.0	99.5	0.5	0.71	0	5
Cazoleta	53.0	0.5	100.0	0				
Total	10040.0	100.0				29.47	TMN = 1"	
Densidad relativa =		2.60		Se =		0.68 cm ² /g		

Módulo de finura = 7.64

Figura 41

Distribución granulométrica del agregado grueso - Cantera río Chotano - E1



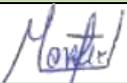
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera 12/09/2019 - 13/09/2019	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 12/09/2019 - 13/09/2019	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 12/09/2019 - 13/09/2019

Tabla 101

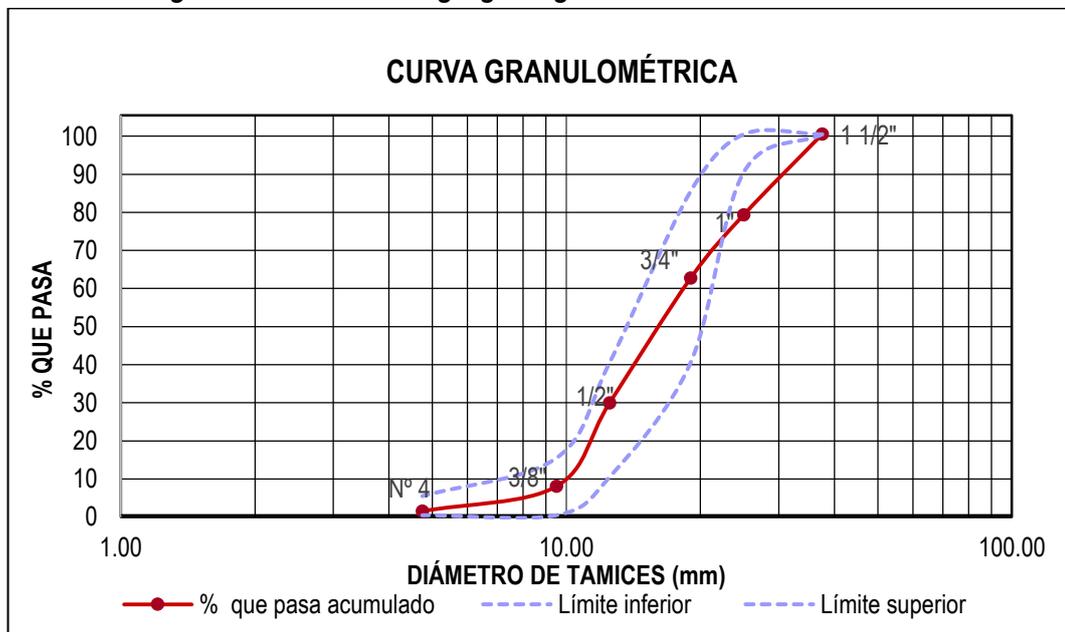
Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Chotano - E2

TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso 56	
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior
1 1/2"	37.50	0	0	0	100.0	0		100	100
1"	25.00	2123.8	21.2	21.2	78.8			90	100
3/4"	19.00	1668.2	16.6	37.8	62.2	2.20	7.56	40	85
1/2"	12.50	3287.6	32.8	70.6	29.4			10	40
3/8"	9.50	2195	21.9	92.4	7.6	1.10	19.89	0	15
Nº 4	4.75	655.7	6.5	99.0	1.0	0.71	9.17	0	5
Cazoleta		103.9	1.0	100.0	0				
Total		10034.2	100.0				36.61	TMN = 1"	
Densidad relativa =			2.60			Se = 0.84 cm²/g			

Módulo de finura = 7.50

Figura 42

Distribución granulométrica del agregado grueso - Cantera río Chotano - E2



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera 12/09/2019 - 13/09/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 12/09/2019 - 13/09/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 12/09/2019 - 13/09/2019

Tabla 102

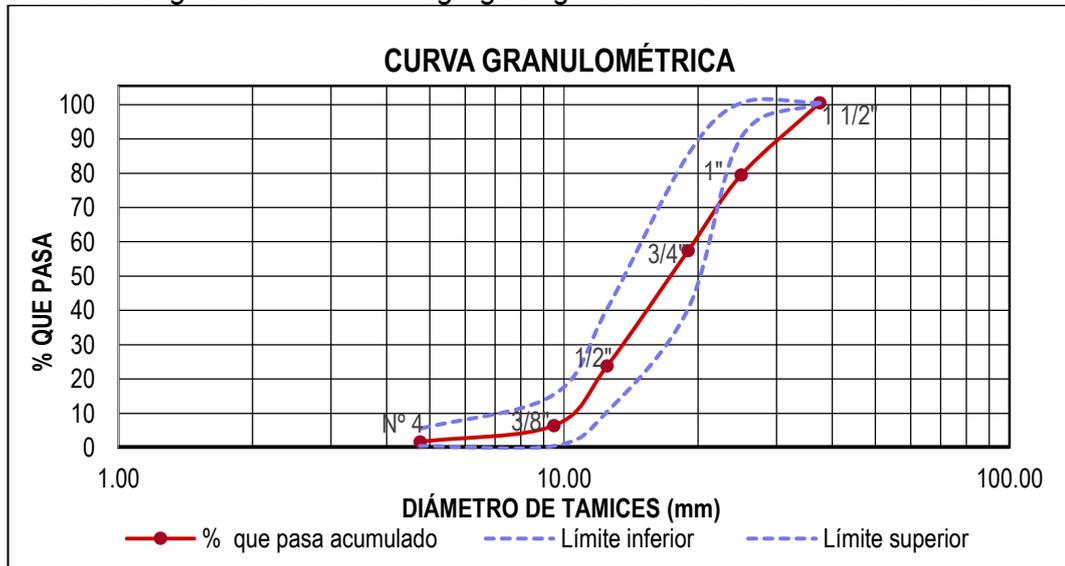
Análisis granulométrico - agregado grueso - Cantera río Chotano - E3

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL NTP 400.012 - ASTM C136										
TAMIZ		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa acumulado	Ø Medio (cm)	Área superficial (S)	Huso 56		
Nº	mm							Límite inferior	Límite superior	
1 1/2"	37.50	0	0	0	100.0	0		100	100	
1"	25.00	2107.5	21.0	21.0	79.0			90	100	
3/4"	19.00	2212	22.0	43.1	56.9	2.20	10.02	40	85	
1/2"	12.50	3372.8	33.6	76.7	23.3			10	40	
3/8"	9.50	1741.7	17.4	94.0	6.0	1.10	15.78	0	15	
Nº 4	4.75	476.9	4.8	98.8	1.2	0.71	6.67	0	5	
Cazoleta		121.4	1.2	100.0	0					
Total		10032.3	100.0				32.48	TMN = 1"		
Densidad relativa =			2.60		Se = 0.75 cm ² /g					

Módulo de finura = 7.50

Figura 43

Distribución granulométrica del agregado grueso - Cantera río Chotano - E3



RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera 12/09/2019 - 13/09/2019	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 12/09/2019 - 13/09/2019	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 12/09/2019 - 13/09/2019

Tabla 103*Densidad relativa y absorción del agregado grueso - Cantera río Chotano***UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA***"Año de la Universalización de la Salud"***LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO
NTP 400.021 - ASTM C127**

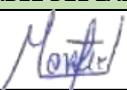
Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Masa de muestra antes de saturar (g)	-	4004.0	4002.8	4002.4	
Masa en el aire, de muestra seca al horno (g)	A	3964.7	3965.7	3962.6	
Masa en el aire, de muestra saturada con superficie seca (g)	B	4012.7	4012.4	4012.2	
Masa en el agua, de muestra saturada (g)	C	2485.6	2487.1	2487.4	
Descripción		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Densidad relativa de masa (D.r.m)	$D.r.m = \frac{A}{B-C}$	2.60	2.60	2.60	2.60
Densidad relativa con superficie seca (D.r.s.s)	$D.r.s.s = \frac{B}{B-C}$	2.63	2.63	2.63	2.63
Densidad relativa aparente (D.r.a)	$D.r.a = \frac{A}{A-C}$	2.68	2.68	2.69	2.68
Porcentaje de absorción (% A)	$\%A = \frac{B-A}{A} \times 100$	1.21%	1.18%	1.25%	1.21%

Densidad relativa = 2.60 g/cm³**Absorción = 1.21%**

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez
11/09/2019 - 13/09/2019	11/09/2019 - 13/09/2019	11/09/2019 - 13/09/2019

Tabla 104

Densidad de masa y cantidad de vacíos del agregado grueso - Cantera río Chotano

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
DENSIDAD (PESO UNITARIO) Y VACÍOS EN LOS AGREGADOS NTP 400.017 - ASTM C29						
Descripción	DENSIDAD DE MASA SUELTO			DENSIDAD DE MASA COMPACTADO		
	M1	M2	M3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (kg)	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71	4.71
Masa del recipiente + agregado (kg)	19.56	19.57	19.52	20.16	20.50	20.29
Masa del agregado (kg)	14.85	14.86	14.81	15.45	15.79	15.58
Capacidad del recipiente (p3)	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Densidad de masa (kg/m ³)	1596.77	1597.85	1592.47	1661.29	1697.85	1675.27
Promedio	1596 kg/m³			1678 kg/m³		
Tamaño máximo nominal = 1" Capacidad del recipiente = 0.0093m³						
Descripción	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO					
	Densidad de masa suelto			Densidad de masa compactado		
Densidad de masa (kg/m ³)	1596.77	1597.85	1592.47	1661.29	1697.85	1675.27
Densidad relativa del agregado grueso (g/cm ³)	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
Densidad del agua (kg/m ³)	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00	998.00
Porcentaje de vacíos (%)	38%	38%	39%	36%	35%	35%
Promedio	39%			35%		
Densidad de masa suelto = 1596 kg/m³ Densidad de masa compactado = 1678 kg/m³						
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO		ASESOR			
 Lorena Uriarte Herrera	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia		 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez			

12/09/2019 - 13/09/2019

12/09/2019 - 13/09/2019

12/09/2019 - 13/09/2019

Tabla 105

Porcentaje de materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 del agregado grueso - Cantera río Chotano



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



"Año de la Universalización de la Salud"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 um (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS NTP 400.018 - ASTM C117

Descripción	Simbología	M1	M2	M3
Masa de tara (g)	-	253.6	290.7	289.1
Masa seca original del agregado + tara (g)	-	5328.8	5303.7	5440.2
Masa seca original del agregado (g)	P1	5075.2	5013	5151.1
Masa seca del agregado ensayado + tara (g)	-	5025.8	5263.4	5410.7
Masa seca del agregado ensayado (g)	P2	5025.8	4972.7	5121.6
Porcentaje de finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um	$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$	0.97 %	0.80 %	0.57 %

Fecha de ensayo: 24/09/2019 - 26/09/2019

Porcentaje de finos = 0.78%

Tabla 106

Porcentaje de humedad total evaporable del agregado grueso - Cantera río Chotano



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



"Año de la Universalización de la Salud"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - ASTM C566

Descripción	Simbología	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Masa del recipiente (g)	-	293.9	282.8	290.5
Masa del recipiente + agregado húmedo (g)	-	4523.7	4504	5868.8
Masa del recipiente + agregado seco (g)	-	4463.0	4415	5670.4
Masa del agregado húmedo original (g)	W	4229.8	4221.2	5578.3
Masa del agregado seco (g)	D	4169.1	4132.2	5379.9
Porcentaje de humedad (%)	$P = \frac{W - D}{D} \times 100$	1.46%	2.15%	3.69%

Contenido de humedad = 2.43%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR

Lorena Uriarte Herrera 11/11/2019 - 12/11/2019	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia 11/11/2019 - 12/11/2019	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez 11/11/2019 - 12/11/2019
---	---	---

Tabla 107

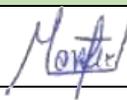
Resistencia mecánica del agregado grueso - Cantera río Chotano

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES	
NTP 400.019 - ASTM C 131	

GRADACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO						
Medida del tamiz			Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa Tamiz (mm)	Retenida sobre Tamiz (mm)	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D	
1 1/2"	37.5	1"	25	1250 ± 25	-	-
1"	25	3/4"	19	1250 ± 25	-	-
3/4"	19	1/2"	12.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-
1/2"	12.5	3/8"	9.5	1250 ± 10	2500 ± 10	-
3/8"	9.5	1/4"	6.3	-	-	2500 ± 10
1/4"	6.3	Nº 4	4.75	-	-	2500 ± 10
Nº 4	4.75	Nº 8	2.36	-	-	5000 ± 10
Total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Número de esferas				12	11	8
Número de revoluciones				500	500	500

GRADACIÓN A	Que pasa	Retenida sobre	Masa (g)	Masa original (g)	Masa final (g)	Porcentaje de desgaste (%)	Promedio (%)
Muestra 1	1 1/2"	1"	1252	5000.9	3886.8	22.28	
	1"	3/4"	1250				
	3/4"	1/2"	1250				
	1/2"	3/8"	1249				
Muestra 2	1 1/2"	1"	1250	5000.3	3895.5	22.09	22.21
	1"	3/4"	1250				
	3/4"	1/2"	1250				
	1/2"	3/8"	1250				
Muestra 3	1 1/2"	1"	1254	5000.1	3887.0	22.26	
	1"	3/4"	1252				
	3/4"	1/2"	1248				
	1/2"	3/8"	1246				

Resistencia a la degradación por abrasión = 22.21%

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		

Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez
25/09/2019 - 27/09/2019	25/09/2019 - 27/09/2019	25/09/2019 - 27/09/2019

D. Diseños de mezcla

Diseño de mezcla: Método ACI canteras de cerro $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Cemento:	Pacasmayo Tipo I	Agregado fino:	Cantera Conchán
Elaborado por:	Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso:	Cantera San Juan del Suro

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	2.30	7.25	-
Densidad relativa	3080 kg/m ³	2580 kg/m ³	2610 kg/m ³	1000 kg/m ³
Porcentaje de absorción	-	0.98%	1.25%	-
Densidad de masa suelto	1030 kg/m ³	1456 kg/m ³	1414 kg/m ³	-
Densidad de masa compactado	-	1577 kg/m ³	1454 kg/m ³	Potable
Humedad	-	6.35%	0.67%	-

Cálculos

Resistencia especificada 175 kg/cm²

1. Resistencia promedio	Tabla 9	245 kg/cm ²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m ³	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.628
7. Factor cemento	$F_c = 7.23 \text{ Bls/m}^3$	307 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.72
	Tabla 14	1047 kg

9. Volumen de arena	0.2911 m³
Cemento:	0.0998 m ³
Piedra triturada:	0.4011 m ³
Agua:	0.1930 m ³
Aire:	0.0150 m ³
Total:	0.7089 m³
10. Cantidad de arena	751 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados		Humedad superficial	
Arena	799 kg	Arena	5.37%
Piedra triturada	1054 kg	Piedra t.	-0.58%
Aporte de humedad		Cantidades corregidas	
Arena	40.33 lt	Cemento	307 kg
Piedra triturada	-6.07 lt	Arena	799 kg
Total	34.26 lt	Piedra t.	1054 kg
Agua efectiva	159 lt	Agua	159 lt

11. Cantidades de diseño

Cemento:	307 kg
Arena:	751 kg
Piedra triturada:	1047 kg
Agua:	193 lt

13. Proporciones

Peso		Volumen	
1: 2.4: 3.4: 26.7 lt/Bls	Seco	1: 2.7: 3.6: 22.0 lt/Bls	Húmedo
1: 2.6: 3.4: 22.0 lt/Bls	Húmedo	1: 3.8: 5.2: 1.1 b/Bls	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m ³	Cantidades en obra (tanda de 0.060 m ³)	
Número de probetas	9	Cemento	18.43 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena:	47.98 kg
Altura	0.3048 m	Piedra triturada:	63.29 kg
Desperdicios	20%	Agua	9.55 lt

Diseño de mezcla: Método ACI
Canteras de cerro f'c = 210 kg/cm²

Cemento:	Pacasmayo Tipo I	Agregado fino:	Cantera Conchán
Elaborado por:	Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso:	Cantera San Juan del Suro

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	2.30	7.25	-
Densidad relativa	3080 kg/m ³	2580 kg/m ³	2610 kg/m ³	1000 kg/m ³
Porcentaje de absorción	-	0.98%	1.25%	
Densidad de masa suelto	1030 kg/m ³	1456 kg/m ³	1414 kg/m ³	
Densidad de masa compactado	-	1577 kg/m ³	1454 kg/m ³	Potable
Humedad	-	6.35%	0.67%	

Cálculos

1. Resistencia promedio	Tabla 9	294 kg/cm ²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m ³	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.558
7. Factor cemento	Fc = 8.13 Bls/m³	346 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.72
	Tabla 14	1047 kg

Resistencia especificada 210 kg/cm²

9. Volumen de arena	0.2787 m³
Cemento:	0.1122 m ³
Piedra triturada:	0.4011 m ³
Agua:	0.1930 m ³
Aire:	0.0150 m ³
Total:	0.7213 m ³
10. Cantidad de arena	719 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados		Humedad superficial	
Arena	765 kg	Arena	5.37%
Piedra triturada	1054 kg	Piedra t.	-0.58%
Aporte de humedad		Cantidades corregidas	
Arena	38.61 lt	Cemento	346 kg
Piedra triturada	-6.07 lt	Arena	765 kg
Total	32.54 lt	Piedra t.	1054 kg
Agua efectiva	160 lt	Agua	160 lt

11. Cantidades de diseño

Cemento:	346 kg
Arena:	719 kg
Piedra triturada:	1047 kg
Agua:	193 lt

13. Proporciones

Peso	Volumen		
1: 2.1: 3.0: 23.7 lt/Bl	Seco	1: 2.3: 3.2: 19.7 lt/Bl	Húmedo
1: 2.2: 3.0: 19.7 lt/Bl	Húmedo	1: 3.2: 4.6: 1.0 b/Bl	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m ³	Cantidades en obra (tanda de 0.060 m ³)	
Número de probetas	9	Cemento	20.78 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena	45.94 kg
Altura	0.3048 m	Piedra triturada	63.29 kg
Desperdicios	20%	Agua	9.61 lt

Diseño de mezcla: Método ACI
Canteras de cerro f'c = 175 kg/cm2

Cemento:	Pacasmayo Tipo I	Agregado fino:	Cantera Conchán
Elaborado por:	Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso:	Cantera Los Reyes

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	2.30	7.14	-
Densidad relativa	3080 kg/m3	2580 kg/m3	2620 kg/m3	1000 kg/m3
Porcentaje de absorción	-	0.98%	1.03%	
Densidad de masa suelto	1030 kg/m3	1456 kg/m3	1403 kg/m3	
Densidad de masa compactado	-	1577 kg/m3	1469 kg/m3	Potable
Humedad	-	5.06%	0.34%	

Cálculos

1. Resistencia promedio	Tabla 9	245 kg/cm2
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m3	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.628
7. Factor cemento	Fc = 7.23 Bls/m3	307 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.72
	Tabla 14	1058 kg

Resistencia especificada 175 kg/cm2

9. Volumen de arena	0.2885 m3
Cemento:	0.0998 m3
Piedra triturada	0.4037 m3
Agua:	0.1930 m3
Aire:	0.0150 m3
Total:	0.7115 m3
10. Cantidad de arena	744 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados		Humedad superficial	
Arena	782 kg	Arena	4.08%
Piedra triturada	1061 kg	Piedra t.	-0.69%
Aporte de humedad		Cantidades corregidas	
Arena	30.37 lt	Cemento	307 kg
Piedra triturada	-7.30 lt	Arena	782 kg
Total	23.07 lt	Piedra t.	1061 kg
Agua efectiva	170 lt	Agua	170 lt

11. Cantidades de diseño
Cemento: 307 kg
Arena: 744 kg
Piedra triturada: 1058 kg
Agua: 193 lt

13. Proporciones

Peso		Volumen	
1: 2.4: 3.4: 26.7 lt/Blis	Seco	1: 2.6: 3.7: 23.5 lt/Blis	Húmedo
1: 2.5: 3.5: 23.5 lt/Blis	Húmedo	1: 3.7: 5.2: 1.2 b/Blis	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m3	Cantidad en obra (tanda de 0.060 m3)	
Número de probetas	9	Cemento	18.43 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena	46.96 kg
Altura	0.3048 m	Piedra triturada	63.71 kg
Desperdicios	20%	Agua	10.21 lt

Diseño de mezcla: Método ACI
Canteras de cerro f'c = 210 kg/cm²

Cemento:	Pacasmayo Tipo I	Agregado fino:	Cantera Conchán
Elaborado por:	Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso:	Cantera Los Reyes

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	2.30	7.14	-
Densidad relativa	3080 kg/m ³	2580 kg/m ³	2620 kg/m ³	1000 kg/m ³
Porcentaje de absorción	-	0.98%	1.03%	
Densidad de masa suelto	1030 kg/m ³	1456 kg/m ³	1403 kg/m ³	
Densidad de masa compactado	-	1577 kg/m ³	1469 kg/m ³	Potable
Humedad	-	5.06%	0.67%	

Cálculos

Resistencia especificada 210 kg/cm²

1. Resistencia promedio	Tabla 9	294 kg/cm ²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m ³	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.558
7. Factor cemento	Fc = 8.13 Bls/m³	346 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.72
	Tabla 14	1058 kg

9. Volumen de arena	0.2761 m³
Cemento:	0.1122 m ³
Piedra triturada:	0.4037 m ³
Agua:	0.1930 m ³
Aire:	0.0150 m ³
Total:	0.7239 m ³
10. Cantidad de arena	712 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados		Humedad superficial	
Arena	748 kg	Arena	4.08%
Piedra triturada	1065 kg	Piedra t.	-0.36%
Aporte de humedad		Cantidades corregidas	
Arena	29.06 lt	Cemento	346 kg
Piedra triturada	-3.81 lt	Arena	748 kg
Total	25.25 lt	Piedra t.	1065 kg
Agua efectiva	168 lt	Agua	168 lt

11. Cantidades de diseño
Cemento: 346 kg
Arena: 712 kg
Piedra triturada: 1058 kg
Agua: 193 lt

13. Proporciones

Peso		Volumen	
1: 2.1: 3.1: 26.7 lt/Bl	Seco	1: 2.2: 3.1: 20.7 lt/Bl	Húmedo
1: 2.2: 3.3: 20.7lt/Bl	Húmedo	1: 3.2: 4.7: 1.0 b/Bl	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m ³	Cantidades en obra (tanda de 0.060 m ³)	
Número de probetas	9	Cemento	20.78 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena	44.92 kg
Altura	0.3048 m	Piedra triturada	63.95 kg
Desperdicios	20%	Agua	10.09 lt

Diseño de mezcla: Método ACI
Canteras de río f'c = 175 kg/cm2

Cemento:	Pacasmayo Tipo I	Agregado fino:	río Doña Ana
Elaborado por:	Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso:	río Doña Ana

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	2.63	7.85	-
Densidad relativa	3080 kg/m3	2420 kg/m3	2590 kg/m3	1000 kg/m3
Porcentaje de absorción	-	3.72%	1.45%	-
Densidad de masa suelto	1030 kg/m3	1485 kg/m3	1566 kg/m3	-
Densidad de masa compactado	-	1593 kg/m3	1644 kg/m3	Potable
Humedad	-	11.32%	0.98%	-

Cálculos

Resistencia especificada 175 kg/cm2

1. Resistencia promedio	Tabla 9	245 kg/cm2
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m3	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.628
7. Factor cemento	Fc = 7.23 Bls/m3	307 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.69
	Tabla 14	1129 kg

9. Volumen de arena	0.2561 m3
Cemento:	0.0998 m3
Grava:	0.4361 m3
Agua:	0.1930 m3
Aire:	0.0150 m3
Total:	0.7439 m3
10. Cantidad de arena	620 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados		Humedad superficial	
Arena	690 kg	Arena	7.60%
Grava	1140 kg	Grava	-0.47%
Aporte de humedad		Cantidades corregidas	
Arena	47.11 lt	Cemento	307 kg
Grava	-5.31 lt	Arena	690 kg
Total	41.80 lt	Grava	1140 kg
Agua efectiva	151 lt	Agua	151 kg

11. Cantidades de diseño

Cemento:	307 kg
Arena:	620 kg
Grava:	1129 kg
Agua:	193 lt

13. Proporciones

Peso		Volumen	
1: 2.0: 3.7: 26.7 lt/Bls	Seco	1: 2.3: 3.6: 20.9 lt/Bls	Húmedo
1: 2.2: 3.7: 20.9 lt/Bls	Húmedo	1: 3.2: 5.0: 1.0 b/Bls	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m3	Cantidad en obra (tanda de 0.060 m3)	
Número de probetas	9	Cemento	18.43 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena	41.43 kg
Altura	0.3048 m	Grava	68.45 kg
Desperdicios	20%	Agua	9.07 kg

Diseño de mezcla: Método ACI
Canteras de río f'c = 210 kg/cm2

Cemento:	Pacasmayo Tipo I	Agregado fino:	río Doña Ana
Elaborado por:	Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso:	río Doña Ana

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	2.63	7.85	-
Densidad relativa	3080 kg/m3	2420 kg/m3	2590 kg/m3	1000 kg/m3
Porcentaje de absorción	-	3.72%	1.45%	
Densidad de masa suelto	1030 kg/m3	1485 kg/m3	1566 kg/m3	
Densidad de masa compactado	-	1593 kg/m3	1644 kg/m3	Potable
Humedad	-	11.32%	0.98%	

Cálculos

1. Resistencia promedio	Tabla 9	294 kg/cm2
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m3	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.558
7. Factor cemento	Fc = 8.13 Bls/m3	346 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.69
	Tabla 14	1129 kg

Resistencia especificada 210 kg/cm2

9. Volumen de A. fino	0.2437 m3
Cemento:	0.1122 m3
Agregado grueso:	0.4361 m3
Agua:	0.1930 m3
Aire:	0.0150 m3
Total:	0.7563 m3
10. Cantidad de A. fino	590 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados		Humedad superficial	
Arena	657 kg	Arena	7.60%
Grava	1140 kg	Grava	-0.47%
Aporte de humedad		Cantidades corregidas	
Arena	44.82 lt	Cemento	346 kg
Grava	-5.31 lt	Arena	657 kg
Total	39.51 lt	Grava	1140 kg
Agua efectiva	153 lt	Agua	153 lt

11. Cantidades de diseño

Cemento:	346 kg
Arena:	590 kg
Grava:	1129 kg
Agua:	193 lt

13. Proporciones

Peso		Volumen	
1: 1.7: 3.3: 23.7 lt/Blis	Seco	1: 1.9: 3.2: 18.8 lt/Blis	Húmedo
1: 1.9: 3.3: 18.8 lt/Blis	Húmedo	1: 2.7: 4.5: 0.9 b/Blis	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m3	Cantidades en obra (tanda de 0.060 m3)	
Número de probetas	9	Cemento	20.78 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena	39.45 kg
Altura	0.3048 m	Grava	68.45 kg
Desperdicios	20%	Agua	9.19 kg

Diseño de mezcla: Método ACI
Canteras de río f'c = 175 kg/cm2

Cemento: Pacasmayo Tipo I	Agregado fino: río Chotano
Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso: río Chotano

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	4.00	7.57	-
Densidad relativa	3080 kg/m3	2540 kg/m3	2600 kg/m3	1000 kg/m3
Porcentaje de absorción	-	2.34%	1.21%	
Densidad de masa suelto	1030 kg/m3	1641 kg/m3	1596 kg/m3	
Densidad de masa compactado	-	1778 kg/m3	1678 kg/m3	Potable
Humedad	-	6.00%	2.43%	

Cálculos

Resistencia especificada 175 kg/cm2

1. Resistencia promedio	Tabla 9	245 kg/cm2
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m3	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.628
7. Factor cemento Fc = 7.23 Bls/m3		307 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.55
	Tabla 14	923 kg

9. Volumen de arena	0.3373 m3
Cemento:	0.0998 m3
Grava:	0.3550 m3
Agua:	0.1930 m3
Aire:	0.0150 m3
Total:	0.6627 m3
10. Cantidad de arena	857 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados		Humedad superficial	
Arena	908 kg	Arena	3.66%
Grava	945 kg	Grava	1.22%
Aporte de humedad		Cantidades corregidas	
Arena	31.35 lt	Cemento	307 kg
Grava	11.26 lt	Arena	908 kg
Total	42.61 lt	Grava	945 kg
Agua efectiva	150 lt	Agua	150 lt

11. Cantidades de diseño

Cemento:	307 kg
Arena:	857 kg
Grava:	923 kg
Agua:	193 lt

13. Proporciones

Peso		Volumen	
1: 2.8: 3.0: 26.7 lt/Blis	Seco	1: 2.7: 2.9: 20.7lt/Blis	Húmedo
1: 3.0: 3.1: 20.7 lt/Blis	Húmedo	1: 3.8: 4.1: 1.0b/Blis	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m3	Cantidad en obra (tanda de 0.060 m3)	
Número de probetas	9	Cemento	18.43 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena	54.52 kg
Altura	0.3048 m	Grava	56.75 kg
Desperdicios	20%	Agua	9.01 lt

Diseño de mezcla: Método ACI
Canteras de río f'c = 210 kg/cm2

Cemento:	Pacasmayo Tipo I	Agregado fino:	río Chotano
Elaborado por:	Lorena Uriarte Herrera	Agregado grueso:	río Chotano

Propiedades	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	-
Módulo de finura	-	4.00	7.57	-
Densidad relativa	3080 kg/m3	2540 kg/m3	2600 kg/m3	1000 kg/m3
Porcentaje de absorción	-	2.34%	1.21%	
Densidad de masa suelto	1030 kg/m3	1641 kg/m3	1596 kg/m3	
Densidad de masa compactado	-	1778 kg/m3	1678 kg/m3	Potable
Humedad	-	6.00%	2.43%	

Cálculos

1. Resistencia promedio	Tabla 9	294 kg/cm2
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Cantidad de litros/m3	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.558
7. Factor cemento Fc = 8.13 Bls/m3		346 kg
8. Cantidad de agregado grueso		0.55
	Tabla 14	923 kg

Resistencia especificada 210 kg/cm2

9. Volumen de arena	0.3248 m3
Cemento:	0.1122 m3
Grava:	0.3550 m3
Agua:	0.1930 m3
Aire:	0.0150 m3
Total:	0.6752 m3
10. Cantidad de arena	825 kg

12. Corrección de agregados por humedad

Peso húmedo de agregados	Humedad superficial		
Arena 875 kg	Arena 3.66%		
Grava 945 kg	Grava 1.22%		
Aporte de humedad	Cantidades corregidas		
Arena 30.20 lt	Cemento	346 kg	
Grava 11.26 lt	Arena	875 kg	
Total 41.46 lt	Grava	945 kg	
Agua efectiva 152 lt	Agua	152 lt	

11. Cantidades de diseño

Cemento:	346 kg
Arena:	825 kg
Grava:	923 kg
Agua:	193 lt

13. Proporciones

Peso		Volumen	
1: 2.4: 2.7: 23.7 lt/Bls	Seco	1: 2.3: 2.6: 22.0 lt/Bls	Húmedo
1: 2.5: 2.7: 18.7 lt/Bls	Húmedo	1: 3.3: 3.6: 0.9 b/Bls	Balde (20 lt)

14. Cantidad de material para la elaboración de probetas

Volumen de muestra	0.060 m3	Cantidades en obra (tanda de 0.060 m3)	
Número de probetas	9	Cemento	20.78 kg
Diámetro	0.1524 m	Arena	52.54 kg
Altura	0.3048 m	Grava	56.75 kg
Desperdicios	20%	Agua	9.13 lt

E. Características del concreto en estado fresco

Preparación de probetas con agregados de cerro en el laboratorio (NTP 339.183 - ASTM C192)

ELABORACIÓN DE PROBETAS			ASENTAMIENTO NTP 339.035 - ASTM C143		TEMPERATURA C° NTP 339.184 ASTM C1064	PESO UNITARIO NTP 339.046 - ASTM C138			CONTENIDO DE AIRE NTP 339.083 ASTM C 231	
Identificación	Fecha	Hora	Agua añadida	Slump		PM	PM+C°	Peso unitario		
AC210 - 1	P1 P2 P3	03-dic	11:00 a.m.	875 ml	3"	22.4 °C	3.90	20.22	2348 kg/m3	1.5 %
AC210 - 1	P4 P5 P6	03-dic	11:00 a.m.	875 ml	3"	22.4 °C	3.90	20.22	2348 kg/m3	1.5 %
AC210 - 1	P7 P8 P9	12-dic	03:30 p.m.	330 ml	3"	20.0 °C	3.91	20.27	2354 kg/m3	2.1 %
AC175 - 1	P10 P11 P12	07-ene	03:00 p.m.	700 ml	3.25	23.6 °C	3.96	20.35	2358 kg/m3	1.4 %
AC175 - 1	P13 P14 P15	12-dic	10:00 a.m.	660 ml	3"	19.8 °C	3.91	20.24	2350 kg/m3	1.5 %
AC175 - 1	P16 P17 P18	12-dic	10:00 a.m.	660 ml	3"	19.8 °C	3.91	20.24	2350 kg/m3	1.5 %

LEYENDA

Agregado fino: Cantera Conchán

Agregado grueso: Cantera Los Reyes

Laboratorio: Materiales - EPIC

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Preparación de probetas con agregados de río en el laboratorio (NTP 339.183 - ASTM C192)

ELABORACIÓN DE PROBETAS			ASENTAMIENTO NTP 339.035 - C143		TEMPERATURA C° NTP 339.184 ASTM C1064	PESO UNITARIO NTP 339.046 - ASTM C138			CONTENIDO DE AIRE NTP 339.083 ASTM C 231	
Identificación	Fecha	Hora	Agua añadida	Slump		PM	PM+C°	Peso unitario		
AR175 - 2	P19 P20 P21	21-nov	10:00 a.m.	120 ml	2.75"	19.2 °C	3.88	20.07	2329 kg/m3	1.3 %
AR175 - 2	P22 P23 P24	21-nov	10:00 a.m.	120 ml	2.75"	19.2 °C	3.88	20.07	2329 kg/m3	1.3 %
AR175 - 2	P25 P26 P27	21-nov	11:30 a.m.	200 ml	3.25"	19.2 °C	3.88	20.07	2329 kg/m3	1.3 %
AR210 - 2	P28 P29 P30	21-nov	01:30 p.m.	250 ml	3.25"	20.4 °C	3.88	20.34	2368 kg/m3	1.5 %
AR210 - 2	P31 P32 P33	21-nov	01:30 p.m.	250 ml	3.25"	20.4 °C	3.88	20.34	2368 kg/m3	1.5 %
AR210 - 2	P34 P35 P36	21-nov	01:30 p.m.	250 ml	3.25"	20.4 °C	3.88	20.34	2368 kg/m3	1.5 %

LEYENDA

Agregado fino: Cantera río Doña Ana
Agregado grueso: Cantera río Doña Ana
Laboratorio: Materiales - EPIC
Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Preparación de probetas con agregados de río en el laboratorio (NTP 339.183 - ASTM C192)

ELABORACIÓN DE PROBETAS			ASENTAMIENTO NTP 339.035 - C143		TEMPERATURA C° NTP 339.184 ASTM C1064	PESO UNITARIO NTP 339.046 - ASTM C138			CONTENIDO DE AIRE NTP 339.083 ASTM C 231
Identificación	Fecha	Hora	Agua añadida	Slump		PM	PM+C°	Peso unitario	
AR210 - 1	P37 P38 P39 22-nov	03:00 p.m.	80 ml	2.75"	18.2 °C	3.88	20.98	2460 kg/m3	0.8 %
AR210 - 1	P40 P41 P42 22-nov	03:00 p.m.	80 ml	2.75"	18.2 °C	3.88	20.98	2460 kg/m3	0.8 %
AR210 - 1	P43 P44 P45 22-nov	03:00 p.m.	80 ml	2.75"	18.2 °C	3.88	20.98	2460 kg/m3	0.8 %
AR175 - 1	P46 P47 P48 25-nov	02:00 p.m.	120 ml	3.25"	26.4 °C	3.90	20.68	2414 kg/m3	1.3 %
AR175 - 1	P49 P50 P51 25-nov	02:00 p.m.	120 ml	3.25"	26.4 °C	3.90	20.68	2414 kg/m3	1.3 %
AR175 - 1	P52 P53 P54 25-nov	02:00 p.m.	120 ml	3.25"	26.4 °C	3.90	20.68	2414 kg/m3	1.3 %

LEYENDA

Agregado fino: Cantera río Chotano
Agregado grueso: Cantera río Chotano
Laboratorio: Materiales - EPIC
Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Preparación de probetas con agregados de cerro en el laboratorio (NTP 339.183 - ASTM C192)

ELABORACIÓN DE PROBETAS			ASENTAMIENTO NTP 339.035 - C143		TEMPERATURA C° NTP 339.184 ASTM C1064	PESO UNITARIO NTP 339.046 - ASTM C138			CONTENIDO DE AIRE NTP 339.083 ASTM C 231	
Identificación	Fecha	Hora	Agua añadida	Slump		PM	PM+C°	Peso unitario		
AC210 - 2	P55 P56 P57	10-dic	11:00 a.m.	500 ml	2.75"	20.6 °C	3.92	20.23	2347 kg/m3	1.7 %
AC210 - 2	P58 P59 P60	10-dic	11:00 a.m.	500 ml	2.75"	20.6 °C	3.92	20.23	2347 kg/m3	1.7 %
AC210 - 2	P61 P62 P63	10-dic	11:00 a.m.	500 ml	2.75"	20.6 °C	3.92	20.23	2347 kg/m3	1.7 %
AC175 - 2	P64 P65 P66	11-dic	05:00 p.m.	450 ml	2.75"	22.2 °C	3.90	20.05	2324 kg/m3	1.7 %
AC175 - 2	P67 P68 P69	11-dic	05:00 p.m.	450 ml	2.75"	22.2 °C	3.90	20.05	2324 kg/m3	1.7 %
AC175 - 2	P70 P71 P72	11-dic	05:00 p.m.	450 ml	2.75"	22.2 °C	3.90	20.05	2324 kg/m3	1.7 %

LEYENDA

Agregado fino: Cantera Conchán

Agregado grueso: Cantera San Juan del Suro

Laboratorio: Materiales - EPIC

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

F. Propiedades mecánicas del concreto

Tabla 108

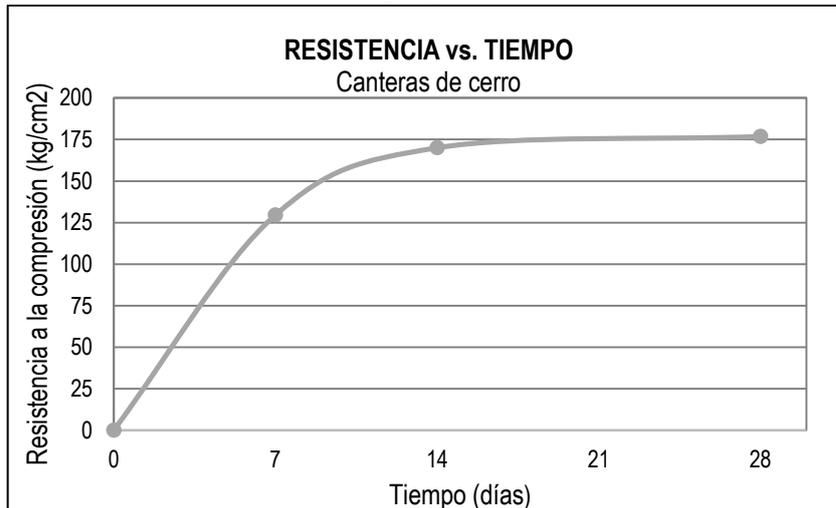
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC210 - 1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 								
"Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f _c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f _c promedio
P1	30.0	15.0	176.71	23278	132.2	7	2	
P2	30.0	15.2	181.46	22518	124.1	7	3	129.5
P3	30.1	15.2	181.46	23972	132.1	7	3	
P4	30.1	15.1	179.08	31748	177.5	15	3	
P5	30.1	15.0	176.71	30696	173.1	15	3	170.0
P6	30.0	15.1	179.08	28559	159.5	15	2	
P7	30.0	15.1	179.08	28190	157.4	28	3	
P8	30.0	15.0	176.71	34065	192.8	28	2	176.8
P9	30.0	15.0	176.71	31844	180.2	28	5	

210 kg/cm²

Figura 44

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC210 - 1



Nota. AC = concreto elaborado con agregados de cerro (Canteras Los Reyes - Conchán) para f_c = 210 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

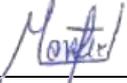
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 109

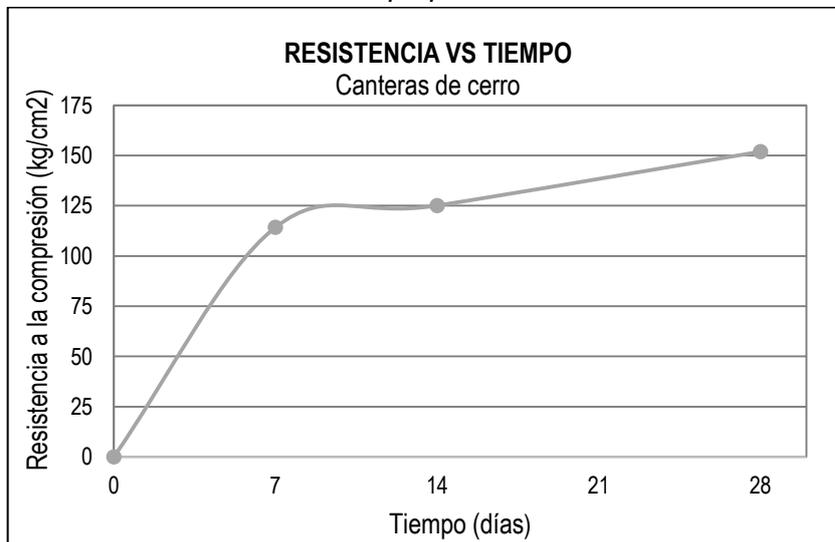
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC175 - 1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 								
"Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f _c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f _c promedio
P10	30.1	15.1	179.08	20640	115.3	7	5	
P11	30.6	15.5	188.69	22587	119.7	7	3	114.2
P12	30.5	15.7	193.59	20831	107.6	7	2	
P13	30.2	15.0	176.71	23106	130.8	14	2	
P14	30.0	15.1	179.08	20702	115.6	14	3	125.1
P15	30.0	15.0	176.71	23098	129.0	14	6	
P16	30.1	15.0	176.71	26219	148.4	28	2	
P17	30.0	15.1	179.08	25519	159.3	28	3	151.9
P18	29.9	15.2	181.46	26911	148.1	28	2	

175 kg/cm²

Figura 45

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC175 - 1



Nota. AC = concreto elaborado con agregados de cerro (Canteras Los Reyes - Conchán) para f_c = 175 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 110

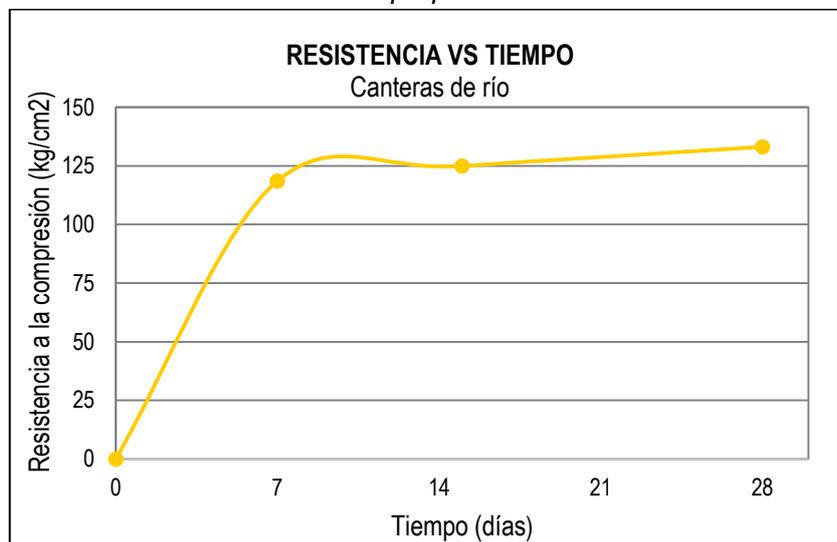
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR175 - 2

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 								
<i>"Año de la Universalización de la Salud"</i>								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f'c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f'c promedio
P19	30.2	15.2	181.46	18967	104.5	7	3	
P20	30.3	15.2	181.46	16632	91.7	7	5	99.3
P21	30.2	15.1	179.08	18230	101.8	7	5	
P22	30.1	15.1	179.08	20733	115.8	14	2	
P23	30.2	15.0	176.71	18319	103.7	14	3	111.5
P24	30.2	14.9	174.37	20046	115.0	14	3	
P25	30.2	15.0	176.71	24440	138.3	28	2	
P26	30.3	15.1	179.08	21236	118.6	28	3	127.7
P27	30.3	15.1	179.08	22604	126.2	28	3	

175 kg/cm²

Figura 46

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR175 - 2



Nota. AR = concreto elaborado con agregados de río (Cantera Doña Ana) para f'c = 175 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

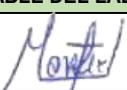
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 111

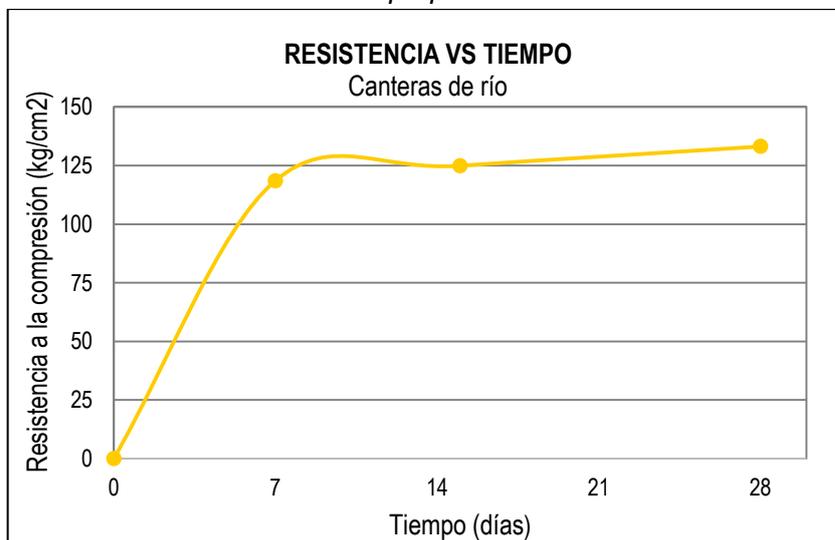
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR210 - 2

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f'c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f'c promedio
P28	30.3	15.4	186.27	19146	106.0	7	5	
P29	30.2	15.3	183.85	23195	126.2	7	3	118.5
P30	30.2	15.2	181.46	22391	123.4	7	5	
P31	30.1	15.0	176.71	22273	126.0	14	3	
P32	30.3	15.1	179.08	21158	118.1	14	3	124.9
P33	30.3	15.1	179.08	23365	130.5	14	6	
P34	30.2	14.7	169.72	23288	137.2	28	3	
P35	29.9	15.0	176.71	22233	125.8	28	2	133.1
P36	30.2	15.0	176.71	24069	136.2	28	5	

210 kg/cm²

Figura 47

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR210 - 2



Nota. AR = concreto elaborado con agregados de río (Cantera Doña Ana) para f'c = 210 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 112

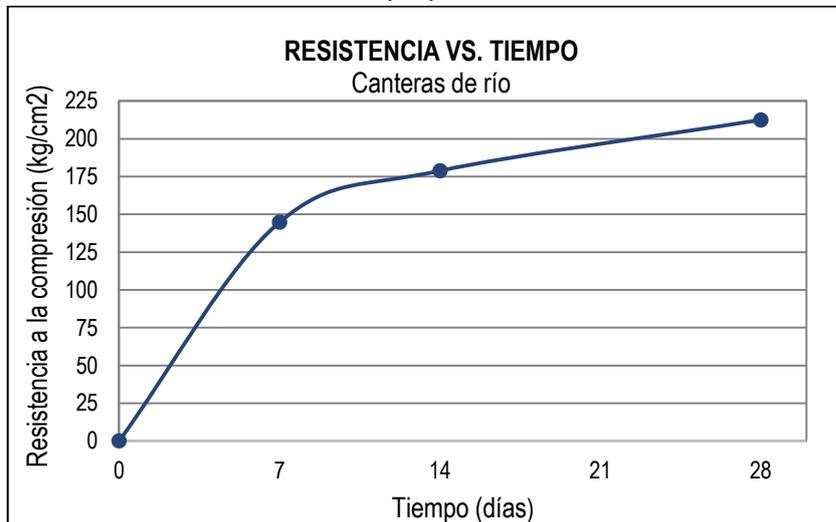
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR210 - 1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 								
"Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f'c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f'c promedio
P37	30.2	15.2	181.46	22823	125.8	7	3	
P38	30.1	15.2	181.46	28153	155.1	7	5	144.7
P39	30.0	15.3	183.85	28181	153.3	7	3	
P40	30.2	15.2	181.46	31152	171.7	14	2	
P41	30.2	15.3	183.85	33424	181.8	14	3	178.8
P42	30.3	15.2	181.46	33168	182.8	14	2	
P43	30.1	15.2	181.46	39536	217.9	28	3	
P44	30.1	15.1	179.08	33000	184.3	28	2	212.5
P45	30.0	15.0	176.71	41590	235.3	28	3	

210 kg/cm²

Figura 48

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR210 - 1



Nota. AR = concreto elaborado con agregados de río (Cantera río Chotano) para f'c = 210 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

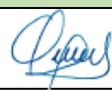
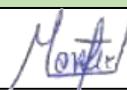
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 113

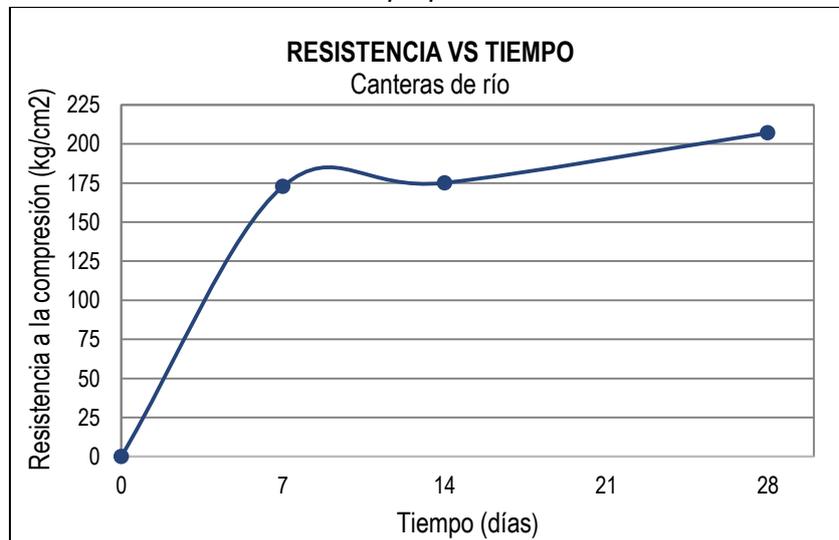
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de río AR175 - 1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA 								
"Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f'c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f'c promedio
P46	30.3	15.2	181.46	31307	172.5	7	5	
P47	30.1	15.1	179.08	31411	175.7	7	5	172.8
P48	30.3	15.0	176.71	30099	170.3	7	3	
P49	30.2	15.2	181.46	31627	174.3	14	3	
P50	30.3	15.3	183.85	32338	175.9	14	3	175.1
P51	30.3	15.1	179.08	31357	175.1	14	5	
P52	30.3	15.2	181.46	38448	211.9	28	3	
P53	30.3	15.1	179.08	36299	202.7	28	2	207.0
P54	30.3	15.1	179.08	36941	206.3	28	3	

175 kg/cm²

Figura 49

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AR175 - 1



Nota. AR = concreto elaborado con agregados de río (Cantera río Chotano) para f'c = 175 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

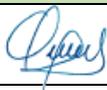
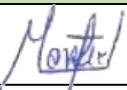
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
		
Lorena Uriarte Herrera	Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 114

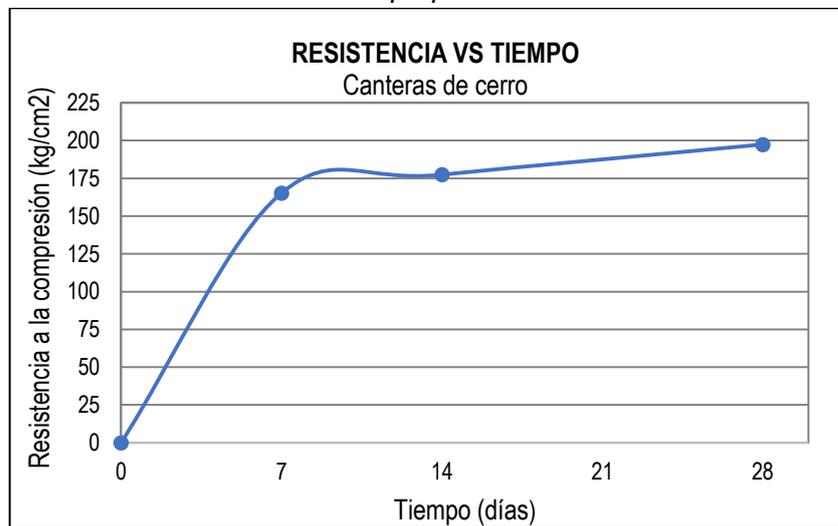
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC210 - 1

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA <i>"Año de la Universalización de la Salud"</i> 								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f'c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f'c promedio
P55	29.8	15.1	179.08	28837	161.0	7	3	
P56	30.0	15.0	176.71	30675	173.6	7	6	165.2
P57	30.0	14.6	167.42	26950	161.0	7	5	
P58	30.1	15.0	176.71	30887	174.8	14	3	
P59	30.0	15.1	179.08	32952	184.0	14	2	177.4
P60	30.0	15.1	179.08	31077	173.5	14	5	
P61	30.0	15.0	176.71	34957	197.8	28	2	
P62	30.2	15.0	176.71	34682	196.3	28	3	197.4
P63	30.1	15.0	176.71	35023	198.2	28	5	

210 kg/cm²

Figura 50

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC210 - 2



Nota. AC = concreto elaborado con agregados de cerro (Canteras San Juan del Suro y Conchán) para f'c = 210 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

Tabla 115

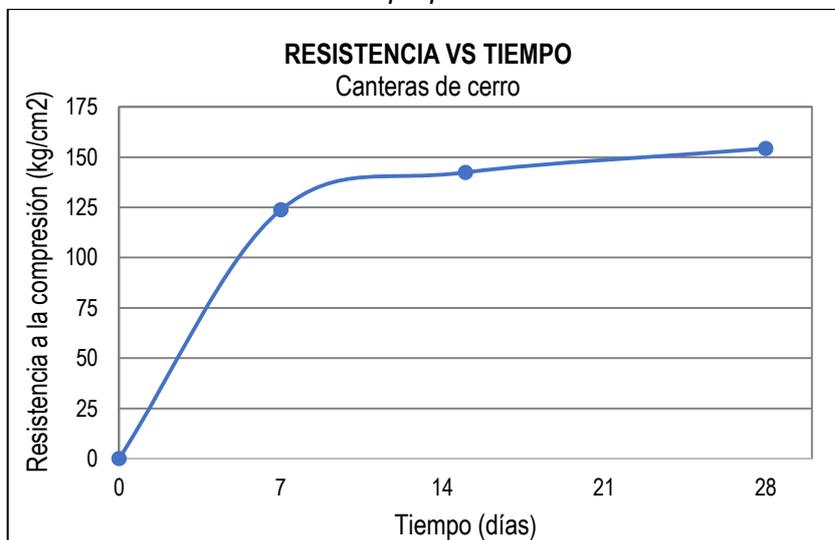
Resistencias alcanzadas para concretos elaborados con agregados de cantera de cerro AC175 - 2

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA "Año de la Universalización de la Salud"								
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034 - ASTM C39								
Espécimen N°	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	f _c (kgf/cm ²)	Edad (días)	Tipo de fractura	f _c promedio
P64	29.9	15.1	179.08	21261	118.7	7	3	
P65	30.0	15.2	181.46	23200	127.9	7	3	123.7
P66	30.0	15.0	176.71	21975	124.4	7	5	
P67	30.0	15.0	176.71	23454	132.7	15	2	
P68	30.2	15.1	179.08	26181	149.5	15	5	142.4
P69	30.0	15.0	176.71	25606	144.9	15	2	
P70	30.0	15.1	179.08	27766	155.1	28	3	
P71	30.2	15.0	176.71	26732	151.3	28	5	154.3
P72	30.0	14.9	174.37	27290	156.5	28	3	

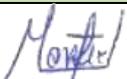
175 kg/cm²

Figura 51

Curva de resistencia vs. tiempo para concretos AC175 - 2



Nota. AC = concreto elaborado con agregados de cerro (Canteras San Juan del Suro y Conchán) para f_c = 175 kg/cm². Fuente: Elaboración propia

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL LABORATORIO	ASESOR
 Lorena Uriarte Herrera	 Ing. Walter Manuel Vásquez Tapia	 Mg. Ing. Edwar Cieza Sánchez

G. Análisis de costos

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera Conchán
Piedra triturada: Cantera San Juan del Suro

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					196.73
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.401	75.00	30.08
Arena de cerro	m3		0.291	60.00	17.47
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		7.230	20.50	148.22
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					286.40

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera Conchán
Piedra triturada: Cantera Los Reyes

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					196.77
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.404	75.00	30.28
Arena de cerro	m3		0.289	60.00	17.31
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		7.230	20.50	148.22
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					286.50

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera río Doña Ana

Grava: Cantera río Doña Ana

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					187.25
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.436	55.00	23.99
Arena de río	m3		0.256	55.00	14.09
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		7.230	20.50	148.22
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					277.00

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera río Chotano

Grava: Cantera río Chotano

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					194.18
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.355	65.00	23.08
Arena de río	m3		0.337	65.00	21.92
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		7.230	20.50	148.22
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					283.90

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2Arena: Cantera Conchán
Piedra triturada: Cantera San Juan del Suro

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					214.43
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.401	75.00	30.08
Arena de cerro	m3		0.279	60.00	16.72
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.130	20.50	166.67
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					304.10

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2Arena: Cantera Conchán
Piedra triturada: Cantera Los Reyes

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					214.44
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.403	75.00	30.25
Arena de cerro	m3		0.276	60.00	16.57
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.130	20.50	166.67
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					304.10

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2

Arena: Cantera río Doña Ana

Grava: Cantera río Doña Ana

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					205.02
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.436	55.00	23.99
Arena de río	m3		0.244	55.00	13.40
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.130	20.50	166.67
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					294.70

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2

Arena: Cantera río Chotano

Grava: Cantera río Chotano

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					211.82
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.355	65.00	23.08
Arena de río	m3		0.325	65.00	21.11
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.130	20.50	166.67
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4 HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					301.50

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

H. Optimización de la relación a/c

Nuevas relaciones a/c canteras de cerro para diseños de 175 kg/cm² Ley de Powers

Agregado grueso: Cantera Conchán
Agregado fino: Cantera San Juan del Suro

S(i) = 154.3	a/c (i) = 0.628
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4017	
α = 0.486	

S(ii) = 175.0	
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4189	
a/c (ii) = 0.596	

Agregado grueso: Cantera Conchán
Agregado fino: Cantera Los Reyes

S(i) = 151.9	a/c (i) = 0.628
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.3996	
α = 0.483	

S(ii) = 175.0	
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4189	
a/c (ii) = 0.592	

LEYENDA

S(i) = Resistencia obtenida

S(ii) = Resistencia requerida

x = relación gel/espacio

α = grado de hidratación del cemento

a/c (i) = relación a/c inicial de diseño

a/c (ii) = nueva relación a/c

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Nuevas relaciones a/c canteras de río para diseños de 175 kg/cm²
Ley de Powers**

Agregado grueso: Cantera río Doña Ana
Agregado fino: Cantera río Doña Ana

S(i) = 127.7	a/c (i) = 0.628
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.3772	
α = 0.450	

S(ii) = 175.0	
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4189	
a/c (ii) = 0.551	

Agregado grueso: Cantera río Chotano
Agregado fino: Cantera río Chotano

S(i) = 207.0	a/c (i) = 0.628
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4431	
α = 0.550	

S(ii) = 175.0	
S = 2380 * x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4189	
a/c (ii) = 0.674	

LEYENDA

S(i) = Resistencia obtenida
S(ii) = Resistencia requerida
x = relación gel/espacio
α = grado de hidratación del cemento
a/c (i) = relación a/c inicial de diseño
a/c (ii) = nueva relación a/c
Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Nuevas relaciones a/c canteras de cerro para diseños de 210 kg/cm²
Ley de Powers**

Agregado grueso: Cantera Conchán
Agregado fino: Cantera San Juan del Suro

S(i) = 197.4	a/c (i) = 0.558
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.461	
α = 0.4790	

S(ii) = 210.0	
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4452	
a/c (ii) = 0.543	

Agregado grueso: Cantera Conchán
Agregado fino: Cantera Los Reyes

S(i) = 176.8	a/c (i) = 0.558
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4204	
α = 0.457	

S(ii) = 210.0	
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4452	
a/c (ii) = 0.518	

LEYENDA

S(i) = Resistencia obtenida
S(ii) = Resistencia requerida
x = relación gel/espacio
α = grado de hidratación del cemento
a/c (i) = relación a/c inicial de diseño
a/c (ii) = nueva relación a/c
Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Nuevas relaciones a/c canteras de río para diseños de 210 kg/cm²
Ley de Powers**

Agregado grueso: Cantera río Doña Ana

Agregado fino: Cantera río Doña Ana

S(i) = 133.1	a/c (i) = 0.558
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.3824	
α = 0.406	

S(ii) = 210.0	
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4452	
a/c (ii) = 0.461	

Agregado grueso: Cantera río Chotano

Agregado fino: Cantera río Chotano

S(i) = 212.0	a/c (i) = 0.558
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4466	
α = 0.494	

S(ii) = 210.0	
S=2380*x ³	$x = \frac{0.647 * \alpha}{0.319 * \alpha + a / c}$
x = 0.4452	
a/c (ii) = 0.560	

LEYENDA

S(i) = Resistencia obtenida

S(ii) = Resistencia requerida

x = relación gel/espacio

α = grado de hidratación del cemento

a/c (i) = relación a/c inicial de diseño

a/c (ii) = nueva relación a/c

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

I. Diseños de mezcla según nuevas relaciones a/c

Diseño de mezcla corregidos: Método ACI Agregados de cerro (Conchán - San Juan del Suro)

1. Resistencia especificada		175 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.596
7. Factor cemento	Fc = 7.62 Bolsas/m³	324 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.72
	$\text{Peso A.G.} = \frac{b}{b_0} \times P.U.C$	1047 kg
9. Volumen de agregado fino		0.2858 m³
	Cemento (m ³)	0.1051
	Agregado grueso (m ³)	0.4011
	Agua (m ³)	0.1930
	Aire (m ³)	0.0150
	Total (m ³)	0.7142
10. Cantidad de agregado fino		737 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	324 kg
	Arena	737 kg
	Piedra triturada	1047 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:2.3:3.2:25.3 lt/Bls
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:3.4:4.8:1.3 b/Bls

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Diseño de mezcla corregidos: Método ACI
Agregados de cerro (Conchán - San Juan del Suro)**

1. Resistencia especificada		210 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.543
7. Factor cemento	Fc = 8.36 Bolsas/m³	355 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.72
$\text{PesoA.G.} = \frac{b}{bo} \times P.U.C$		1047 kg
9. Volumen de agregado fino		0.275 m³
	Cemento (m ³)	0.115
	Agregado grueso (m ³)	0.401
	Agua (m ³)	0.193
	Aire (m ³)	0.015
	Total (m ³)	0.725
10. Cantidad de agregado fino		711 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	355 kg
	Arena	711 kg
	Piedra triturada	1047 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:2.0:2.9: 23.1 lt/BlS
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:2.9:4.4: 1.2 b/BlS

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Diseño de mezcla corregidos: Método ACI
Agregados de cerro (Conchán - Los Reyes)**

1. Resistencia especificada		175 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.592
7. Factor cemento	Fc = 7.67 Bolsas/m³	326 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.72
	$PesoA.G. = \frac{b}{bo} \times P.U.C$	1058 kg
9. Volumen de agregado fino		0.282 m³
	Cemento (m ³)	0.106
	Agregado grueso (m ³)	0.404
	Agua (m ³)	0.193
	Aire (m ³)	0.015
	Total (m ³)	0.718
10. Cantidad de agregado fino		729 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	326 kg
	Arena	729 kg
	Piedra triturada	1058 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:2.2:3.2:25.2 lt/Bls
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:3.2:4.8:1.3 b/Bls

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Diseño de mezcla corregidos: Método ACI
Agregados de cerro (Conchán - Los Reyes)**

1. Resistencia especificada		210 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.518
7. Factor cemento	Fc = 8.77 Bolsas/m³	373 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.72
$Peso_{A.G.} = \frac{b}{bo} \times P.U.C$		1058 kg
9. Volumen de agregado fino		0.268 m³
	Cemento (m ³)	0.121
	Agregado grueso (m ³)	0.403
	Agua (m ³)	0.193
	Aire (m ³)	0.015
	Total (m ³)	0.732
10. Cantidad de agregado fino		690 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	373 kg
	Arena	690 kg
	Piedra triturada	1058 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:1.9:2.8:22.0 lt/Bls
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:2.7:4.3:1.1 b/Bls

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Diseño de mezcla corregidos: Método ACI
Agregados de río Doña Ana**

1. Resistencia especificada		175 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.551
7. Factor cemento	Fc = 8.24 Bolsas/m³	350 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.69
$\text{Peso A.G.} = \frac{b}{bo} \times P.U.C$		1129 kg
9. Volumen de agregado fino		0.242 m³
	Cemento (m ³)	0.114
	Agregado grueso (m ³)	0.436
	Agua (m ³)	0.193
	Aire (m ³)	0.015
	Total (m ³)	0.758
10. Cantidad de agregado fino		586 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	350 kg
	Arena	586 kg
	Grava	1129 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:1.7:3.2:23.4 lt/Bls
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:2.4:4.4:1.2 b/Bls

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Diseño de mezcla corregidos: Método ACI
Agregados de río Doña Ana**

1. Resistencia especificada		210 kg/cm2
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.461
7. Factor cemento	Fc = 9.85 Bolsas/m3	419 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.69
$\text{Peso A.G.} = \frac{b}{bo} \times P.U.C$		1129 kg
9. Volumen de agregado fino		0.220 m3
	Cemento (m3)	0.136
	Agregado grueso (m3)	0.436
	Agua (m3)	0.193
	Aire (m3)	0.015
	Total (m3)	0.780
10. Cantidad de agregado fino		532 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	419 kg
	Arena	532 kg
	Grava	1129 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:1.3:2.7:19.6 lt/Bls
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:1.8:3.7:1.0 b/Bls

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Diseño de mezcla corregidos: Método ACI
Agregados de río Chotano**

1. Resistencia especificada		175 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.675
7. Factor cemento	Fc = 6.73 Bolsas/m³	286 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.55
$PesoA.G. = \frac{b}{bo} \times P.U.C$		923 kg
9. Volumen de agregado fino		0.344 m³
	Cemento (m ³)	0.093
	Agregado grueso (m ³)	0.355
	Agua (m ³)	0.193
	Aire (m ³)	0.015
	Total (m ³)	0.656
10. Cantidad de agregado fino		874 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	286 kg
	Arena	874 kg
	Grava	923 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:3.1:3.2:23.1 lt/Bls
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:4.0:4.3:1.4 b/Bls

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

**Diseño de mezcla corregidos: Método ACI
Agregados de río Chotano**

1. Resistencia especificada		210 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal		1"
3. Slump		3" - 4"
4. Aire atrapado	Tabla 11	1.5%
5. Volumen unitario de agua	Tabla 12	193
6. Relación a/c	Tabla 13	0.560
7. Factor cemento	Fc = 8.11 Bolsas/m³	345 kg
8. Cantidad de agregado grueso	Tabla 14	0.55
$\text{Peso A.G.} = \frac{b}{bo} \times P.U.C$		923 kg
9. Volumen de agregado fino		0.325 m³
	Cemento (m ³)	0.112
	Agregado grueso (m ³)	0.355
	Agua (m ³)	0.193
	Aire (m ³)	0.015
	Total (m ³)	0.675
10. Cantidad de agregado fino		826 kg
11. Cantidades de diseño		-----
	Cemento	345 kg
	Arena	826 kg
	Grava	923 kg
	Agua	193 lt
12. Proporciones en peso		1:2.4:2.7:23.1 lt/Bls
13. Proporciones en volumen (balde 20 litros)		1:3.1:3.6:1.2 b/Bls

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

J. Análisis de costos según nuevas relaciones a/c

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera Conchán

Piedra triturada: Cantera San Juan del Suro

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					204.41
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.401	75.00	30.08
Arena de cerro	m3		0.286	60.00	17.15
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		7.620	20.50	156.21
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					294.10

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera Conchán

Piedra triturada: Los Reyes

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					239.94
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.404	75.00	30.28
Arena de cerro	m3		0.283	60.00	16.95
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		7.670	20.50	157.24
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					295.10

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera río Doña Ana

Grava: Cantera río Doña Ana

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					207.19
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.436	55.00	23.99
Arena de río	m3		0.242	55.00	13.32
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.240	20.50	168.92
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					296.90

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
175 kg/cm2

Arena: Cantera río Chotano

Grava: Cantera río Chotano

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					184.38
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.355	65.00	23.08
Arena de río	m3		0.344	65.00	22.37
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		6.730	20.50	137.97
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					274.10

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2

Arena: Cantera Conchán

Piedra triturada: Cantera San Juan del Suro

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					218.96
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.401	75.00	30.08
Arena de cerro	m3		0.276	60.00	16.53
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.360	20.50	171.38
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					308.70

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de cerro (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2

Arena: Cantera Conchán

Piedra triturada: Los Reyes

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					227.04
Piedra triturada Ø 1/2"	m3		0.403	75.00	30.25
Arena de cerro	m3		0.267	60.00	16.04
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.770	20.50	179.79
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					316.70

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2

Arena: Cantera río Doña Ana

Grava: Cantera río Doña Ana

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					238.98
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.436	55.00	23.99
Arena de río	m3		0.220	55.00	12.10
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		9.850	20.50	201.93
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					328.70

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

Canteras de río (1m3)

Rendimiento: 20 m3/día

Diseño
210 kg/cm2

Arena: Cantera río Chotano

Grava: Cantera río Chotano

Descripción recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					78.16
Operario	hh	2	0.80	23.00	18.40
Oficial	hh	1	0.40	18.20	7.28
Peón	hh	8	3.20	16.40	52.48
Materiales					211.43
Grava de río Ø 1/2"	m3		0.355	65.00	23.08
Arena de río	m3		0.325	65.00	21.13
Cemento Portland Tipo I (42.5 kg)	Bls.		8.110	20.50	166.26
Agua	m3		0.193	5.00	0.97
Equipos					11.54
Herramientas manuales	%Mo		3.00	78.16	2.34
Mezcladora de concreto de 9 - 11 p3	hm	1	0.40	15.00	6.00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1	0.40	8.00	3.20
Costo unitario por m3					301.10

Elaborado por: Lorena Uriarte Herrera

K. Ficha técnica de cemento Pacasmayo Portland Tipo I



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 23 de Febrero del 2018

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.1	Máximo 6.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.60	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3740	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	30.1 (307)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	36.9 (376)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	43.2 (441)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	158	Mínimo 45
Fraguado Final	min	272	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-01-2018 al 31-01-2018.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Diciembre 2017.
(*) Requisito opcional.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado
Superintendente de Control de Calidad

BALMANDINA SAC.
Rosamaria Talla Rafael
GERENTE GENERAL

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

L. Panel fotográfico

1. Canteras



Foto N° 1. Cantera Conchán.



Foto N° 2. Izquierda. Pila de agregado grueso triturado, cantera de cerro (San Juan del Suro).



Foto N° 3. Derecha. Vista panorámica cantera San Juan del Suro.



Foto N° 4. Izquierda. Pila de agregado grueso triturado, cantera de cerro (Los Reyes)

Foto N° 5. Derecha. Máquina trituradora cantera Los Reyes.



Foto N° 6. Cargador frontal extrayendo agregados del cauce del río Chotano.

2. Muestreo de agregados



Foto N° 7. Izquierda. Muestreo de agregados grueso triturado, cantera de cerro (San Juan del Suro).

Foto N° 8. Derecha. Separación de hormigón en agregado grueso y fino con tamiz 3/8" (cantera río Chotano).

3. Equipos y herramientas - Laboratorio de Materiales (EPIC - UNACH)



Foto N° 9. Izquierda. Balanza electrónica con capacidad 8kg.
Foto N° 10. Derecha. Balanza electrónica con capacidad 150kg.



Foto N° 11. Izquierda. Estufa con capacidad mayor de 110 °C.

Foto N° 12. Derecha. Conjunto de tamices par análisis granulométrico del agregado fino (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y cazoleta).



Foto N° 13. Izquierda. Tamizador automático.

Foto N° 14. Derecha. Recipiente para realizar ensayo de densidad de masa suelta y compactado de arena.



Foto N° 15. Izquierda. Máquina de Los Ángeles (tambor y muestra) - Ensayo de abrasión

Foto N° 16. Derecha. Depósito y canastilla para ensayo de densidad relativa de agregado grueso.



Foto N° 17. Izquierda. Fiola con capacidad de 500 ml.

Foto N° 18. Derecha. Cono de absorción y varilla compactadora para ensayo de humedad superficial - Densidad relativa del agregado fino.

4. Ensayos de agregados



Foto N° 19. Izquierda. Secado de agregado fino de cerro, para análisis granulométrico.

Foto N° 20. Derecha. Secado de agregado grueso de cerro - Los Reyes.



Foto N° 21. Izquierda Superior. Cuarteo de agregado fino de río Doña Ana.

Foto N° 22. Izquierda Inferior. Cuarteo de agregado grueso de río Doña Ana.

Foto N° 23. Derecha Superior. Cuarteo de agregado grueso de río Chotano.

Foto N° 24. Derecha Inferior. Cuarteo de agregado grueso de cantera de cerro - San Juan del Suro, para análisis granulométricos.



Foto N° 25. Izquierda. Reducción de muestra mínima para ensayo granulométrico de grava de río Chotano.

Foto N° 26. Derecha. Reducción de muestra mínima para ensayo granulométrico de arena de río Doña Ana.



Foto N° 27. Izquierda. Tamizado de agregado fino de cerro.

Foto N° 28. Derecha. Tamizado de agregado grueso - San Juan del Suro.



Foto N° 29. Izquierda. Rellenado del molde para ensayo de densidad de masa seco suelto de arena de río Doña Ana.

Foto N° 30. Derecha. Llenado del recipiente para calcular densidad de masa seco compactado del agregado grueso de río Doña Ana.



Foto N° 31. Izquierda. Lectura de masa de recipiente más masa del agregado fino de río Chotano para determinar la densidad de masa seco compactado.

Foto N° 32. Derecha. Lectura de masa de recipiente más masa de muestra de cerro (Cantera Conchán) para ensayo de peso seco suelto.



Foto N° 33. Izquierda. Lectura de masa de recipiente más masa del agregado grueso de cerro (Cantera Los Reyes) para ensayo de densidad de masa seco suelto.

Foto N° 34. Derecha. Lectura de masa de recipiente más masa del agregado grueso de río Doña Ana para ensayo de peso seco compactado.



Foto N° 35. Izquierda. Proceso de lavado de muestra de agregado fino de río Chotano.

Foto N° 36. Derecha. Proceso de lavado de muestra de agregado grueso de cerro (Cantera Los Reyes). Finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m, (N° 200).



Foto N° 37. Izquierda. Lectura de masa de recipiente más masa del agregado fino de río Chotano antes de ser lavado.

Foto N° 38. Derecha. Lectura de masa de recipiente más masa del agregado grueso de río Chotano antes de ser lavado.



Foto N° 39. Izquierda. Secado de muestra de agregado grueso (Cantera Los Reyes) después de ser lavado.

Foto N° 40. Derecha. Lectura de masa de recipiente más masa del agregado fino de río Chotano después de ser lavado.



Foto N° 41, 42 y 43. Reducción de muestra de agregado grueso de cerro (Cantera Los Reyes), según gradación A.



Foto N° 44. Izquierda. Colocación de muestra en la Maquina de los Ángeles.
Foto N° 45. Derecha. Tamizado de material resultante del ensayo de abrasión.



Foto N° 46. Izquierda. Preparación de agregado grueso para ensayo de densidad relativa
Foto N° 47. Derecha. Agregado grueso de cantera de cerro (San Juan del Suro) puesto a saturar por 24h.



Foto N° 48. Izquierda. Obtención de muestra en estado superficialmente seco.
Foto N° 49. Derecha. Lectura de masa de canastilla más masa de muestra de agregado grueso saturado superficialmente seco.



Foto N° 50. Izquierda. Agregado fino de cantera de cerro (Conchán) saturado por 24h.
Foto N° 51. Derecha. Ensayo de humedad superficial para obtener un estado superficialmente seco del agregado fino de río Doña Ana.



Foto N° 52. Izquierda. Lectura de masa de fiola.
Foto N° 53. Centro. Lectura de masa de fiola más masa de muestra y masa de agua, (Cantera río Chotano).
Foto N° 54. Derecha. Lectura de masa de muestra de agregado fino seca al horno.



Foto N° 55. Izquierda. Lectura de masa de recipiente más masa de muestra de agregado fino (Cantera río Chotano), para determinar la humedad del agregado.
Foto N° 56. Derecha. Lectura de masa de recipiente más masa de muestra de agregado grueso (Cantera río Chotano), para ensayo de contenido de humedad.



Foto N° 57. Izquierda. Ensayo de abundamiento para arena de río.
Foto N° 58. Derecha. Ensayo de abundamiento para arena de cerro.

5. Elaboración y curado de probetas



Foto N° 59. Izquierda. Medición de agua de mezcla.
Foto N° 60. Derecha. Colocación de agregados a la mezcladora.



Foto N° 61. Izquierda. Lectura de temperatura en mezcla con agregados de río.
Foto N° 62. Derecha. Lectura de temperatura en mezcla con agregados de cerro.



Foto N° 63, N° 64 y N° 65. Desarrollo del ensayo de asentamiento.

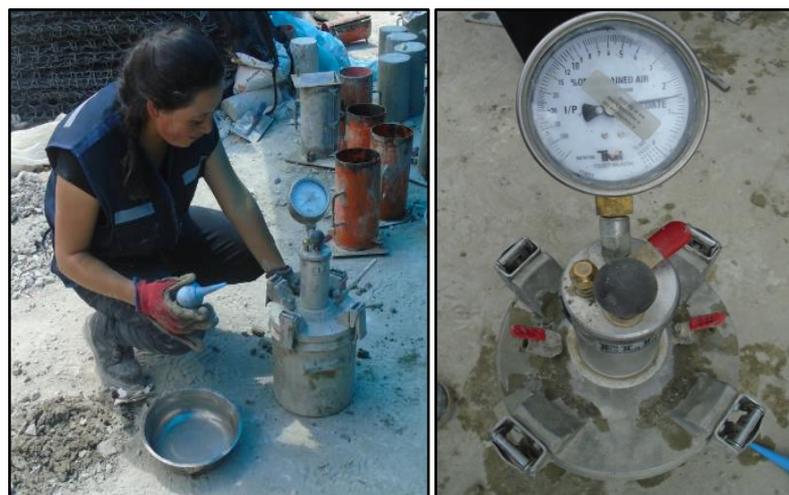


Foto N° 66, N° 67, N° 68 y N° 69. Desarrollo del ensayo de densidad (peso unitario) y porcentaje de aire con la Olla Washington.



Foto N° 70, N° 71 y N° 72. Llenado, compactado y enrazado de probetas.



Foto N° 73. Izquierda. Desmolde de probetas pasadas las 24 h después de elaboración.
Foto N° 74. Derecha. Poza de curado de probetas.

6. Rotura de probetas



Foto N° 75, N° 76 y N° 77. Colocación, lectura de resistencia y retiro de probeta de la máquina de compresión.

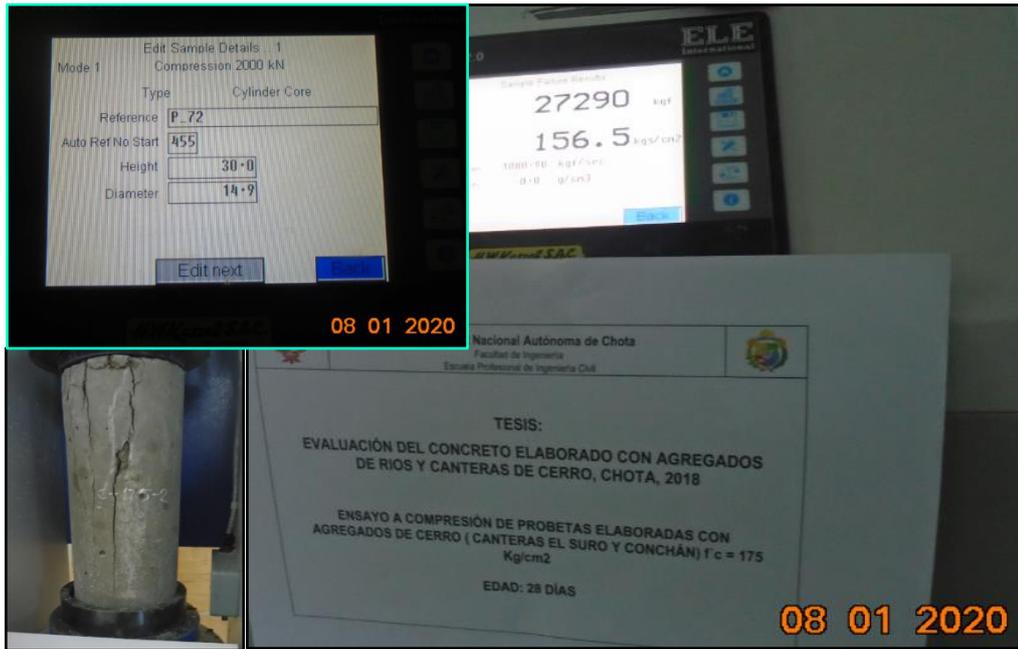


Foto N° 78, N° 79 y N° 80. Rotura especímenes de concreto elaborados con agregados de cerro $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días.



Foto N° 81: Fracturas tipo 2 y 5, presentadas en concretos elaborados con agregados de cerro (Cantera Conchán y San Juan del Suro).

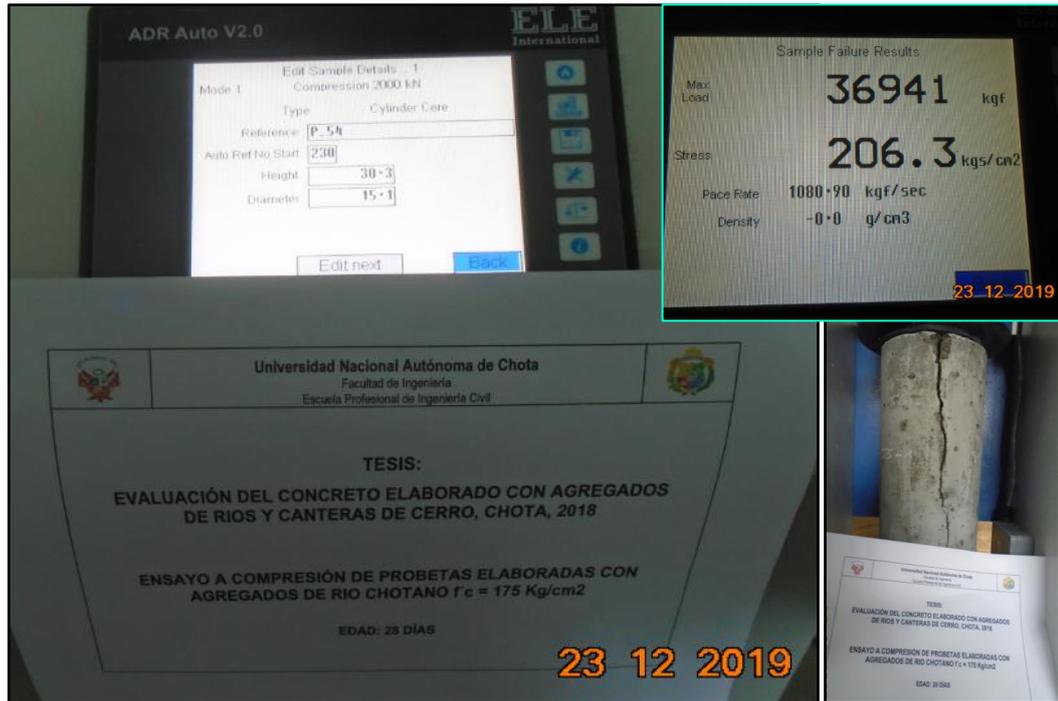


Foto N° 82, N° 83 y N° 84. Rotura de especímenes de concreto elaborados con agregados de río $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 28 días.



Foto N° 85. Izquierda. Fractura Tipo 6 en probeta elaborada con agregado de río Doña Ana ensayado a los 14 días.

Foto N° 86. Derecha. Fractura Tipo 3 en probeta elaborada con agregado de río Doña Ana ensayado a los 28 días.

M. Matriz de consistencia

Tesista: Lorena Uriarte Herrera

Tesis: Evaluación del concreto elaborado con agregados de ríos y canteras de cerro, Chota, 2018

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
¿Cuáles son los resultados de la evaluación del concreto elaborado con agregados de ríos y canteras de cerro en la provincia de Chota?	<p>Objetivo general Evaluar el concreto elaborado con agregados de ríos y canteras de cerro para $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.</p>	<p>H1: El concreto elaborado con agregados de ríos es mejor técnica y económicamente que el concreto elaborado con agregados de cantera de cerro.</p>	<p style="text-align: center;">Técnicas</p> 1. Observación 2. Ensayos de laboratorio Análisis Granulométrico Densidad relativa y absorción Contenido de humedad Densidad de masa Resistencia a la abrasión Abundamiento Asentamiento Temperatura Contenido de aire Resistencia a compresión
	<p>Objetivos específicos</p> <p>Analizar las propiedades físico - mecánicas de los agregados de ríos y canteras de cerro para elaboración de concreto en la provincia de Chota.</p> <p>Evaluar la influencia de las propiedades físico - mecánicas de los agregados de ríos y canteras de cerro en la resistencia de concretos $f_c = 175$ y 210 kg/cm^2.</p> <p>Analizar comparativamente las propiedades de los agregados según costo, alcance y calidad.</p>	<p>H0: Las propiedades físico - mecánicas de los agregados de ríos y canteras de cerro para la elaboración del concreto en la provincia de Chota, cumplen con la norma vigente.</p>	<p style="text-align: center;">Instrumentos Según:</p> NTP. 339.034 NTP. 339.035 NTP.339.046 NTP. 339.083 NTP. 339.183 NTP. 339.184 NTP. 339.185 NTP. 339.216 NTP. 400.010 NTP. 400.012 NTP. 400.017 NTP. 400.018 NTP. 400.019 NTP. 400.021 NTP. 400.022