

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Uso del canto rodado de mar como agregado grueso para un concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimento rígido

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Keylly Yonelly Saenz Epquin

ASESOR

Hector Augusto Gamarra Uceda

<https://orcid.org/0000-0002-3653-1394>

Chiclayo, 2024

**Uso del canto rodado de mar como agregado grueso para un
concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en pavimento rígido**

PRESENTADA POR
Keylly Yonelly Saenz Epquin

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Juan Jacobo Sanchez Bautista
PRESIDENTE

Fidel Ortiz Zapata
SECRETARIO

Hector Augusto Gamarra Augusto
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres, Víctor Saenz Meza y Betzaida Epquin Meza, por todo el esfuerzo que realizaron para poder tener una educación superior y sus consejos para ser mejor persona, así como sus palabras de alientos desde el primer día que inicie en la carrera y nunca dejarme sola a pesar de los errores cometidos en esta etapa de mi vida.

A mis hermanos Katheryn Saenz Epquin y Keysler Saenz Epquin, por el apoyo incondicional que me brinda y brindaron y siempre estuvieron conmigo en todo momento apoyándome.

Agradecimientos

A Dios por permitirme llegar a esta parte muy importante de mi vida y que, a pesar de los problemas de la vida, me dio valor para seguir adelante.

A mi padre, madre y hermanos por la confianza y apoyo incondicional y en todo momento.

A los ingenieros profesionales de la escuela de Ingeniería Civil Ambienta por sus aporte, sugerencias y recomendaciones.

A mis amigos cercanos que más que amigos son como hermanos, que en algún momento de mi carrera me apoyaron y me dieron ánimo para seguir adelante desde la primera vez que me conocieron

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	12%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%

ÍNDICE

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
REVISIÓN DE LITERATURA	19
ANTECEDENTES	19
ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
ANTECEDENTES NACIONALES	20
ANTECEDENTES LOCALES	21
BASES TECNICAS Y TEORICAS	22
BASES LEGALES	22
MANUAL DE ENSAYOS MTC/14	22
MANUAL DE CARRETERAS SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS MTC /14	22
MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCION EG-2013	22
NTP CE. 010 PAVIMENTO URBANOS	22
ENSAYOS A LOS AGREGADOS	23
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO DE MAR) Y FINO	23
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO) Y FINO	23
PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	23
PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	24
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	24
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	25
ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½")	25
ENSAYOS DE LA CALIDAD DE CONCRETO	25
CONCRETO EN ESTADO FRESCO	25
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN	26
CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	27
BASES TEORICAS	29
PAVIMENTO RIGIDO	29
CONCRETO	33
CANTO RODADO	35
MATERIALES Y MÉTODOS	48
TIPO DE ESTUDIO	48
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	48
POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO DEL ESTUDIO	49
POBLACION	49
MUESTRAS	49
CONCRETO EN ESTADO FRESCO	49

CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	49
DURABILIDAD DEL CONCRETO	50
MUESTREO DE ESTUDIO	51
FORMULACIÓN DE HIPOTESIS.....	51
VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN	52
VARIABLES	52
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	52
TECNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	53
PROCESO PARA DEMOSTRAR LA HIPOTESIS	53
FASE 01: Revisión de literatura.....	53
FASE 02: Ensayos en agregados naturales provenientes de cantera La Victoria	53
FASE 03: Ensayos en los grupos seleccionados de canto rodado provenientes de playa Media Luna – Puerto Eten	53
FASE 04: Proceso de obtención del canto rodado.....	54
FASE 05: Diseño de mezcla según el ACI y ensayos para concreto experimental	54
FASE 06: Análisis de resultados	54
PROCEDIMIENTO	55
CARACTERIZACION DE CANTO RODADO	55
PROCESO DE OBTENCON DE CANTO RODADO	60
RECOLECCION	60
TRATAMIENTO	62
ENSAYOS A LOS AGREGADOS.....	63
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO DE MAR) Y FINO.....	63
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO) Y FINO	64
PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	65
PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	65
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.....	66
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.....	66
ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½”).....	67
RESISTENCIA ANTE SULFATOS	67
ENSAYOS DE LA CALIDAD DE CONCRETO	67
CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	67
CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN	68
CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	70
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
RESULTADOS.....	72
CARACTERIZACION DEL CANTO RODADO.....	72
ENSAYO DE LOS MATERIALES.....	72
ANALISIS GRANULOMÉTRICO.....	72
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.....	78

DISEÑO DE MEZCLA	86
DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA PATRON - CANTO RODADO MIXTO	86
DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA EXPERIMENTAL - CANTO RODADO AZUL.....	87
DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA EXPERIMENTAL - CANTO RODADO CLARO	88
DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA EXPERIMENTAL - CANTO RODADO ROJO.....	89
ENSAYO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO.....	90
CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	90
ASENTAMIENTO	90
PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO.....	90
CONTENIDO DE AIRE	91
TEMPERATURA.....	91
CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	92
RESISTENCIA A LA COMPRESION	92
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	94
RESISTENCIA A LA FLEXION	95
MÓDULO DE ELASTICIDAD	96
MÓDULO DE POISSÓN.....	97
DURABILIDAD DEL CONCRETO	98
ABRASIÓN DEL CONCRETO.....	98
PENETRACIÓN DE ION CLORURO EN EL CONCRETO	98
DISCUSIÓN.....	99
MINEROLOGIA.....	99
RESISTENCIA A LA ABRASION DEL AGREGADO GRUESO.....	100
INFLUENCIA DEL CANTO RODADO EN EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO ...	100
ASENTAMIENTO.....	100
PESO UNITARIO.....	101
CONTENIDO DE AIRE.....	102
TEMPERATURA	102
INFLUENCIA DEL CANTO RODADO EN EL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	103
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	103
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS DE EDAD.....	103
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS DE EDAD.....	104
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS DE EDAD.....	105
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.....	106
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	106
ENSAYO DE ABRASION AL CONCRETO	107
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS.....	113
ANEXOS	118
PANEL FOTOGRAFICO	118

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Numero de ensayos para concreto fresco. Fuente: Propia.....	49
Tabla 2: Numero de ensayos para concreto endurecido. Fuente: Propia.....	50
Tabla 3: Numero de ensayos para concreto endurecido. Fuente: Propia.....	50
Tabla 4: Numero de ensayos para concreto endurecido. Fuente: Propia.....	50
Tabla 5: Numero de ensayos para durabilidad del concreto. Fuente: Propia.....	51
Tabla 6: Operacionalización de variables. Fuente: Propia	52
Tabla 7: Caracterización del agregado grueso Fuente: Propia	72
Tabla 8: Análisis Granulométrico del agregado fino. Fuente: Propia	73
Tabla 9: Análisis granulométrico A.G. MIXTO.....	74
Tabla 10: Análisis granulométrico A.G. CLARO. Fuente: Propia.....	75
Tabla 11: Análisis granulométrico A.G. ROJo. Fuente: Propia	76
Tabla 12: Análisis granulométrico A.G. AZUL. Fuente: Propia.....	77
Tabla 13: Contenido de humedad de agregado fino Fuente: propia.....	78
Tabla 14: Contenido de humedad A.G. MIXTO Fuente: propia.....	78
Tabla 15: Contenido de humedad A.G. CLARO Fuente: propia	78
Tabla 16: Contenido de humedad A.G. ROJO Fuente: propia.....	79
Tabla 17: Contenido de humedad A.G. AZUL Fuente: propia	79
Tabla 18: Peso específico y grado de absorción Agregado fino Fuente: propia.....	79
Tabla 19: Peso específico y grado de absorción A.G. MIXTO Fuente: propia.....	80
Tabla 20: Peso específico y grado de absorción A.G. CLARO Fuente: propia	80
Tabla 21: Peso específico y grado de absorción A.G. ROJO Fuente: propia.....	81
Tabla 22: Peso específico y grado de absorción A.G. AZUL Fuente: propia	81
Tabla 23: Peso unitario suelto Agregado fino Fuente: propia	82
Tabla 24: Peso Unitario Suelto compactado Agregado fino Fuente: Propia	82
Tabla 25: Peso Unitario Suelto A.G. MIXTO Fuente: Propia.....	82

Tabla 26: Peso Unitario Suelto A.G. CLARO Fuente: Propia	83
Tabla 27: Peso Unitario Suelto A.G. ROJO Fuente: Propia	83
Tabla 28: Peso Unitario Suelto A.G. AZUL Fuente: Propia	83
Tabla 29: Peso Unitario Suelto compactado A.G. MIXTO Fuente: Propia.....	84
Tabla 30: Peso Unitario Suelto compactado A.G. CLARO Fuente: Propia	84
Tabla 31: Peso Unitario Suelto compactado A.G. ROJO Fuente: Propia.....	84
Tabla 32: Peso Unitario Suelto compactado A.G. AZUL Fuente: Propia	84
Tabla 33: Resistencia a la abrasión de Agregado grueso. Fuente: Propia	85
Tabla 34: Resistencia a los sulfatos del agregado fino y grueso Fuente: propia	85
Tabla 35: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado Mixto (Patrón). Fuente: Propia.....	86
Tabla 36: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado Azul (Experimental). Fuente: Propia.....	87
Tabla 37: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado claro (Experimental). Fuente: Propia	88
Tabla 38: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado Rojo (Experimental). Fuente: Propia	89
Tabla 39: Asentamiento. Fuente: Propia	90
Tabla 40: Peso Unitario del concreto fresco. Fuente: Propia	90
Tabla 41: Contenido de aire. Fuente: Propia	91
Tabla 42: Temperatura Fuente: Propia	91
Tabla 43: Resistencia a la Compresión a los 7,14 y 28 días. Fuente: Propia.....	92
Tabla 44: Resistencia a la Tracción a los 7,14 y 28 días. Fuente: Propia.....	94
Tabla 45: Resistencia a la Flexión a los 28 días. Fuente: Propia.....	95
Tabla 46: Módulo de elasticidad a los 28 días. Fuente: Propia	96
Tabla 47: Módulo de Poisson. Fuente: Propia	97
Tabla 48: Abrasión del concreto a los 28 días. Fuente: Propia	98
Tabla 49: Intensidad de corriente en la penetración de ion cloruro. Fuente: Propia	98
Tabla 50: Clasificación Mineralógica Fuente: propia	99
Tabla 51: Resistencia a la abrasión de Agregado grueso Fuente: Propia.....	100
Tabla 52: Resistencia a los sulfatos del agregado fino y grueso Fuente: propia	100

Tabla 53: Análisis de costo unitario - Extracción de material en estado natural Fuente: propia	108
Tabla 54: Análisis de costo unitario -Transporte material en estado natural Fuente: propia	108
Tabla 55: Análisis de costo unitario -Tratamiento de material en estado natural Fuente: propia	108
Tabla 56: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado mixto Fuente: propia.	109
Tabla 57: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado azul Fuente: propia.	109
Tabla 58: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado claro Fuente: propia	109
Tabla 59: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado rojo Fuente: propia	110

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Yacimiento de gabro.Fuente: Geocatmin	55
Imagen 2: boletín de Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la región Lambayeque. Fuente: Geocatmin.....	55
Imagen 3: mapa zonas favorables y ocurrencias de rocas y minerales industriales. Fuente: Boletín B 41.....	56
Imagen 4: Ubicación del canto rodado empleado. Fuente: propia	60
Imagen 5: Playa media luna. Fuente: propia	60
Imagen 6: Canto rodado seleccionado en Saqueta. Fuente: Propia	61
Imagen 7: Tamizado por la mala 1" agregado seleccionado. Fuente: Propia.....	61
Imagen 8: Seleccionado el canto por color. Fuente: Propia	61
Imagen 9: lavado bajo agua dulce por 48 horas. Fuente: Propia.....	62
Imagen 10: canto rodado secando al aire libre. Fuente: Propia.....	62
Imagen 11: Agregado Fino- lavado por el tamiz N°200. Fuente: Propia	63
Imagen 12: Agregado fino, tamizado. Fuente: Propia.....	63
Imagen 13: Agregado Grueso, Tamizado. Fuente: Propia	64
Imagen 14: agregado grueso para contenido de humedad. Fuente: Propia	64
Imagen 15: agitado de fiola para el peso específico y grado de absorción del agregado fino Fuente: Propia.....	65
Imagen 16 secado a temperatura ambiente del agregado grueso. Fuente: Propia	65
Imagen 17: llenado de molde para el peso volumétrico suelto. Fuente: Propia	66
Imagen 18: peso volumétrico varillado. Fuente: Propia.....	67
Imagen 19: abrasión de los agregados gruesos. Fuente: Propia	67
Imagen 20: asentamiento del concreto. Fuente: Propia	68
Imagen 21: peso unitario del concreto fresco. Fuente: Propia	68
Imagen 22: contenido de aire. Fuente: Propia	69
Imagen 23: temperatura del concreto. Fuente: Propia.....	69

Imagen 24: llenado de probetas. Fuente: Propia.....	70
Imagen 25: Curado de testigos. Fuente: Propia.....	70
Imagen 26: Resistencia a la tracción de testigos. Fuente: Propia	71
Imagen 27: Resistencia a la Flexión de viga. Fuente: Propia	71

LISTA DE FICHAS

Ficha 1: ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS - IGNEA. Fuente : Propia	57
Ficha 2: ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS - IGNEA. Fuente: Propia.....	58
Ficha 3: ROCAS MASIVAS – METAMORFICA. Fuente: Propia.....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análisis granulométrico agregado fino Fuente: Propia.....	73
Gráfico 2: Análisis granulométrico A.G. MIXTO.....	74
Gráfico 3: Análisis granulométrico A.G. CLARO Fuente: Propia.....	75
Gráfico 4: Análisis granulométrico A.G. ROJO Fuente: Propia.....	76
Gráfico 5: Análisis granulométrico A.G. AZUL Fuente: Propia.....	77
Gráfico 6:: Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Fuente: Propia.....	93
Gráfico 7: Resistencia a la Tracción a los 7,14 y 28 días. Fuente: Propia.....	94
Gráfico 8: Resistencia a la Flexión 28 días. Fuente: Propia.....	95
Gráfico 9: Módulo de elasticidad 28 días. Fuente: Propia.....	96
Gráfico 10: Módulo de Poisson. Fuente: Propia.....	97
Gráfico 11: Intensidad de corriente vs tiempo en muestras de concreto. Fuente: Propia.....	99
Gráfico 12: asentamiento del concreto. Fuente: Propia.....	101
Gráfico 13: peso unitario del concreto. Fuente: Propia.....	101
Gráfico 14: Contenido de aire. Fuente: Propia.....	102
Gráfico 15: temperatura del concreto fresco . Fuente: Propia.....	102
Gráfico 16: resistencia a la compresión a los 7 días . Fuente: Propia.....	103
Gráfico 17: resistencia a la compresión a los 14 días . Fuente: Propia.....	104
Gráfico 18: resistencia a la compresión 28 días. Fuente: Propia.....	105
Gráfico 19: resistencia a la tracción indirecta. Fuente: Propia.....	106
Gráfico 20: módulo de rotura para el concreto . Fuente: Propia.....	106
Gráfico 21: abrasión del concreto . Fuente: Propia.....	107
Gráfico 22: penetración de ion cloruro. Fuente: Propia.....	107
Gráfico 23: Análisis de precio unitario – precio por m3 de concreto. Fuente: Propia.....	110

RESUMEN

El presente trabajo de investigación caracterizo el canto rodado de mar para separarlos por colores ya esos tienen diferentes minerales, se realizaron pruebas para que tan resistente es el agregado y en conjunto con el concreto ver su resistencia a la tracción, flexión, compresión para su uso en pavimentos rígidos.

Se realizó un tratamiento a las sales del canto rodado para disminuirlas y este agregado cumpla con la normativa E0.60, donde el tratamiento consistió en lavado con agua dulce y secado por 24 horas.

El canto rodado de color rojo es más resistente a pruebas como la abrasión, tracción, flexión y compresión teniendo como base el concreto realizado con el canto rodado mixto que es mi concreto patrón, el concreto realizado con el canto rodado de colores claro tuvieron una menor resistencia esto se debe a que el canto rodado según la dureza de Mohs con 6 siendo esta una menor dureza.

Palabras clave: Canto rodado de mar, Concreto, Pavimento, resistencia y caracterización, minerales

ABSTRACT

The present research work characterized the sea pebbles to separate them by colors since they have different minerals, re performed tests to see how resistant the aggregate is and together with the concrete to see its resistance to traction, bending, compression for its use in rigid pavements.

A treatment was made to the salts of the boulder to diminish them and this aggregate complies with the E0.60 norm, where the treatment consisted of washing with fresh water and drying for 24 hours.

The red colored pebble is more resistant to tests such as abrasion, traction, flexion and compression having as a base the concrete made with the mixed pebble which is my standard concrete, the concrete made with the light colored pebble had a lower resistance this is due to the fact that the pebble according to Mohs hardness is 6 being this a lower hardness.

Keywords: Sea pebbles, Concrete, Pavement, Resistance and characterization, Minerals

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los áridos son las principales materias primas para la construcción de infraestructura, pues estos se emplean en un 80% para obras civiles de concreto y 95% para obras asfálticas [01]. Así mismo, según Valentín González, consejero del Grupo Popular en el Cabildo, Europa, define a los áridos como el segundo material más utilizado por el ser humano, después del agua [02].

Sin embargo, según, la Federación de Áridos de España, en el año 2006, este país sufrió una crisis, pues la demanda de este material alcanzó los 486 millones de toneladas superando por mucho su producción [01].

Un caso similar ocurrió en Tenerife, isla del océano atlántico, pues según FEPECO, al año 2021, esta isla contaba con muy poco material para autoabastecer, por ende, fue necesario buscar nuevas alternativas como el RCD, no obstante, este material solo cubrió un 20% de la demanda total solicitada [02].

Esta problemática no es ajena al Perú, pues según el Ministerio de Energía y Minas [03], la explotación de la minería no metálica, es decir, minerales y agregados naturales, creció en un 150% entre los años 2008 y 2018, en tanto, la exportación de estas materias primas se incrementó a un 250%, cifras que alarman a la conservación de áridos en nuestro país.

Si a este problema de sobreexplotación le añadimos la minería ilegal, la situación empeora, pues en Trujillo en el año 2020, sucedió un caso de este tipo, se reportó el funcionamiento de una cantera informal, la cual extraía mineral no metálico como arena, piedra, gravilla, entre otros, reduciendo de esta forma aún más nuestras materias no renovables [04].

En Lambayeque, otro de los inconvenientes generados con las canteras existentes, son los estándares de calidad, pues seguidamente estos ya no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas, generando sobrecostos en su utilización como transporte [05].

A su vez, uno de los distritos de esta región presenta problemas de transitabilidad en sus vías, siendo este la ciudad de Puerto Eten, a nivel local, según [06], el 53.70% de sus vías se encuentra con una menor accesibilidad y sin tratamiento, así mismo, en los sectores ubicados en el nor-este y sur-este el sistema constructivo es de medio a bajo, lo cual es un peligro ante su integridad, pues son susceptibles ante grietas, fisuras o ahuellamientos.

Frente la problemática presentada, se opta por usar canto rodado de mar como agregado grueso para un concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ en pavimento rígido. Por lo que considerando lo expuesto anteriormente, surge la siguiente interrogante: ¿Cómo influye el canto rodado de mar en las propiedades físico-mecánicas de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para su uso en pavimento rígido? Con el fin de entender la problemática mostrada anteriormente, se formuló la siguiente hipótesis: la incorporación de canto rodado de mar se puede usar para hacer concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ y que cumplan con las especificaciones de las normativas para pavimento rígido

Por ende, se tiene como objetivo general: Evaluar el uso de canto rodado de mar como agregado grueso para elaborar un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Además, se definieron los objetivos específicos presentado a continuación: seleccionar y caracterizar distintos grupos de canto rodado según su color, pero manteniendo constante su forma y TMN, siendo estos provenientes de playa media luna; realizar el diseño de mezcla para un concreto experimental con el canto rodado seleccionado como remplazo del agregado grueso; evaluar el efecto del canto rodado en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, y, Finalmente, Desarrollar la rentabilidad económica entre las propuestas planteadas.

En el ámbito técnico esta tesis se va a justificar según su técnica ya que se evaluará la piedra de mar como agregado grueso en un concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el propósito que las propiedades físico-mecánicas mejoren, para su uso en pavimentos rígidos.

Pero en el social se tiene que se beneficiará a los pobladores de puerto Eten dado que se utilizará el canto rodado proveniente de la playa media luna ubicada cerca de la ciudad y de esta manera estar mejorando la transpirabilidad en sus pavimentos.

Por otro lado, en el ámbito económico se plante a reducir los costos en ejecución de pavimento rígido incorporando canto rodado como reemplazo total del agregado grueso, de esta forma mejorando las propiedades mecánicas de la superficie de rodadura

En cambio, en lo que concierne al ámbito ambiental se sustenta este ítem por la reutilización de un agregado natural que se creía desecho, demostrando su aprovechamiento en la ejecución de pavimentos flexibles reduciendo la energía y contaminación que generara la producción de agregados vírgenes.

REVISIÓN DE LITERATURA

ANTECEDENTES

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

López y Moran [07], utilizaron 4 agregados naturales de distintas procedencias para la utilización de concreto hidráulico de resistencia $f'c = 210, 240, 280$ Kg/cm², evaluándolos en 7, 14 y 28 días donde el canto rodado triturado con TMN fue de $\frac{3}{4}$ " obteniéndose a 28 días una resistencia de 287.70 Kg/cm².

Mahmood Naderi [08], usaron diferentes tipos de agregados ya sea andesita sílice piedra caliza o granito, para saber así las diferentes propiedades de estos materiales, una de las propiedades a evaluar fue la resistencia la compresión, tracción y la superficie de igual forma a la dureza y la densidad a los agregados donde incluyen la evaluación de la geometría de cada uno de ellos su aspecto, solides y circularidad.

Shuvo et. at. [09] realizaron una investigación de las propiedades del concreto cuando se le adiciona un agregado reciclado por diferentes tamaños y porcentajes de reemplazo tales como 15%, 30% y 45%, también usaron pruebas no destructivas con muestras cilíndricas de 100 mm x 200 mm y destructivas en muestras 5 a 12 mm y también en mezclas de agregado grueso con concreto de 12 a 20mm.

ANTECEDENTES NACIONALES

Guillen y Llerena [10], revisaron literatura respecto al tema de interés encontrándose que, el canto rodado fue utilizado con una textura redondeada para TMN de $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{2}$ " y angulares de $\frac{3}{4}$ " con el fin de comparar el peso unitario suelto y compactado y para el módulo de fineza agregado redondeado de TMN de $\frac{3}{4}$ ", 1" y angulares de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ "; también se realizó porcentajes de comparación de absorción, de contenido de humedad, volumen de agua, porcentaje de aire, relación a/c que se basó en 3 métodos y para el analice de resistencia de concreto usaron un TMN de $\frac{3}{4}$ " y 1" en agregado redondeado lisa, $\frac{3}{4}$ " en angular triturada áspera, cristalina y poroso.

Burgos [11], se realizó ensayo con un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ donde los agregados se clasificaron por su tamaño, su procedencia y su densidad. Los agregados que usaron fueron agregado grueso angular, perfil redondeado (gravilla) donde tuvieron 24 unidades de probetas experimentales donde 12 de ellas tenían agregado grueso de perfil angular y 12 de perfil redondeado, entonces en el ensayo de resistencia del concreto en el agregado de perfil redondeado es de 269 Kg/cm^2 y de perfil angular de 238 Kg/cm^2 a los 28 días.

Romero [12], se utilizó $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ para la investigación que fue de tipo experimental realizándose así ensayos tales como la fluidez y trabajabilidad del concreto así mismo también la resistencia a la compresión donde se obtuvieron 18 unidades de probetas, por lo que 9 fueron de agregado grueso angular y 9 para canto redondeado, como resultado la resistencia a la compresión fue de 137.37 a los 28 días por lo que supera su resistencia de diseño.

ANTECEDENTES LOCALES

Pajares y Zamora [13], realizaron una comparación de agregados perfilados y lisos además de eso agregaron un aditivo para que se llegue a un diseño de concreto de alta resistencia, ellos realizaron una investigación cuantitativa experimental por lo que hicieron 3 diseños de concreto patrón de perfil angular por lo que como resultado obtuvieron que con el perfil angular tiene un mejor resistencia a la tracción, módulo de elasticidad y flexión evaluados a los 28 días a comparación del agregado liso pero este al no tener las características iguales a las del otro agregado logra llegar a resistencias altas.

Cubas y Tafur [14], ejecutaron una investigación experimental dando un enfoque cuantitativo y correlacional de una correlación de esfuerzos a la compresión y el módulo de rotura en los agregados de cantareras tales como la victoria que tiene agregados tales como cantos rodados, grava gruesa entre otros y tres tomas para su aplicación en pavimentos rígidos, se obtuvieron 2 poblaciones en una conformada por probetas cilíndricas y la segunda de vigas ambas con un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Pizarro [15], utilizó piedra chancada y agregado grueso reciclado con un TM de 1" y un TMN 3/4" aplicando un diseño de mezcla de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para la evaluación de las propiedades del pavimento diseñado con cierto porcentaje de agregado grueso reciclado, pero este no llega al diseño propuesto por lo que no sugiere usarlo en estructuras de solicitaciones mayores.

BASES TÉCNICAS Y TEÓRICAS

BASES LEGALES

MANUAL DE ENSAYOS MTC/14

El manual proporciona pautas para la realización de ensayos en laboratorio y en campos relacionados con la infraestructura vial. Está respaldado por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial y se enfoca en la Sección N°2, que aborda los ensayos relacionados con agregados, así como en la Sección N°7, que se centra en los ensayos de concreto. [16].

MANUAL DE CARRETERAS SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS MTC /14

La finalidad de esta guía es proporcionar algunos parámetros en el ámbito de suelos y pavimentos para facilitar el diseño de superficie de rodadura en carreteras tanto pavimentadas como no pavimentadas. El objetivo principal es mejorar el desempeño estructural de los pavimentos, teniendo en cuenta la experiencia acumulada en el campo. El manual también analiza el conducta y las propiedades de los materiales para garantizar que cumplan con las especificaciones necesarias para lograr un rendimiento óptimo en los pavimentos. En este contexto, se hace uso del capítulo XVI, que se centra en el pavimento rígido. [17].

MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN EG-2013

Proporciona requisitos y directrices relacionadas con a ocupaciones de infraestructura vial con el objetivo de mejorar su calidad. En particular, se enfoca en el apartado de pavimentos rígidos y detalla los ensayos necesarios que deben llevarse a cabo para garantizar la calidad de los pavimentos en este contexto. [18].

NTP CE. 010 PAVIMENTO URBANOS-

Esta norma establece requisitos fundamentales para asegurar la durabilidad de los pavimentos urbanos. Se detallan los ensayos de laboratorio necesarios, los

requisitos mínimos para los materiales y los procedimientos de control que deben seguirse para garantizar la calidad de los pavimentos urbanos [19].

ENSAYOS A LOS AGREGADOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO DE MAR) Y FINO

Este ensayo, es una herramienta esencial para evaluar la distribución de tamaños de partículas en un agregado. Al determinar si la gradación cumple con las normas Granulométricas, se asegura la calidad y el desempeño adecuado del material en diversas aplicaciones constructivas [16].

Se realiza siguiendo los lineamientos establecidos por las normas ASTM C136 o las normas técnicas peruanas NTP 400.012 y NTP 400.037.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO) Y FINO

Se describe el proceso para determinar el porcentaje total de humedad evaporable presente en el agregado, ya sea fino o grueso, mediante un método de secado. Esta humedad corresponde tanto a la que se encuentra dentro de los poros del agregado como a la que se halla en su superficie. [16].

La determinación del contenido de humedad en el agregado fino y grueso se realiza de acuerdo con los procedimientos establecidos en las normas ASTM C 566 o NTP 339.185.

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

El ensayo se enfoca en determinar el volumen ocupado por el agregado fino en varias mezclas que incluyen agregados, cemento y otros componentes. Este análisis se basa en el volumen absoluto. La absorción es un cálculo que evalúa el cambio de masa del agregado fino como resultado del agua absorbida en los espacios porosos de las partículas. Este proceso es fundamental para comprender la distribución de volúmenes y para establecer la cantidad de espacio ocupado por el agregado fino en

diferentes combinaciones, lo que es esencial en la ingeniería civil y la formulación de mezclas de concreto. [16].

Para la determinación del peso específico y absorción del agregado fino de acuerdo con ASTM C 128 o NTP 400.022.

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

El ensayo se enfoca en determinar el volumen que ocupado por el agregado grueso en diversas mezclas que incluyen agregados, cemento y otros elementos. Este análisis se basa en el volumen absoluto. La absorción es un cálculo que evalúa el cambio de masa del agregado grueso a causa del agua absorbida en los espacios porosos de las partículas. Este proceso es crucial para comprender la distribución de volúmenes y establecer la cantidad de espacio ocupado por el agregado grueso en diferentes combinaciones. Es fundamental en la ingeniería civil y en la formulación de mezclas de concreto para lograr propiedades específicas y la calidad deseada en las construcciones [16].

La normativa que se uso es la siguiente_ ASTM C 127 o NTP 400.021.

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

El término empleado para referirse al peso por unidad de volumen es la densidad, a menudo conocida como "peso unitario". Consiste en determinar cuánto pesa un material por unidad de volumen, generalmente expresado en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3).

Para establecer el peso volumétrico suelto del agregado fino y grueso, se siguen los procedimientos definidos por los estándares ASTM C 29 o la norma técnica peruana NTP 400.017. Estos métodos establecen pautas específicas para realizar pruebas de laboratorio con el fin de calcular con precisión la densidad de los agregados. Esto es crucial para el diseño de mezclas de concreto, ya que el conocimiento preciso de la densidad de los

agregados contribuye a determinar las proporciones adecuadas en la formulación del concreto, asegurando así su calidad y consistencia.

PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

En este ensayo se usó las normativas como la ASTM C 29 o NTP 400.017 [16].

ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½")

Durante el procedimiento, el barril gira, lo que resulta en la recolección de la muestra y las bolas de acero se transfieren a través de una lengüeta de acero, llevándolas hasta que son lanzadas al lado contrario del barril. Este movimiento crea un efecto de trituración por impacto, lo que contribuye a la degradación de los agregados. Este ciclo se repite de manera continua mientras el barril gira con su contenido.

Los valores se encuentran definidos en unidades del Sistema Internacional y se consideran como el estándar para las mediciones y el análisis asociados. [16].

Determinación de la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto de la máquina de los ángeles es la NTP 400.019.

ENSAYOS DE LA CALIDAD DE CONCRETO CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ASENTAMINETO:

Se usó la normativa ASTM C143, NTP 339.035 o AASHTO T119M [16]. para determinar asentamiento según la norma ASTM C143, NTP 339.035 o AASHTO T119M [16].

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

La determinación de peso unitario se realiza siguiendo las pautas de las normas ASTM C138 o NTP 339.046. Estos estándares establecen los procedimientos para medir el peso por unidad de volumen de un material, esencial en la ingeniería civil y la construcción. El peso unitario,

expresado en kilogramos por metro cúbico o libras por pie cúbico, proporciona información crucial para el diseño y la calidad de las mezclas de concreto y otros materiales de construcción, asegurando la consistencia y las propiedades deseadas en los proyectos de ingeniería y construcción [16].

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN

Este procedimiento consiste en determinar el contenido de aire en el concreto recién mezclado observando la variación de volumen del concreto debido a cambios de presión. Es un método para medir la cantidad de aire atrapado en la mezcla de concreto fresco, lo que es crucial para comprender y controlar las propiedades del concreto, como su resistencia y durabilidad. Este análisis ayuda a asegurar que la mezcla tenga la cantidad adecuada de aire para resistir la congelación y el deshielo, así como para mejorar su trabajabilidad y resistencia. [16].

Determinación del contenido de aire por el método de presión, obtenida por las normas ASTM C-231 o N.T.P.339.083.

TEMPERATURA DEL CONCRETO:

Es crucial determinar la temperatura del concreto fresco para evitar que supere los 32°C, el límite máximo establecido por la normativa E.060. Esto se debe a que temperaturas más altas pueden provocar problemas como la pérdida de asentamiento, fraguado instantáneo o la formación de juntas frías en la mezcla de concreto. Si la temperatura del concreto excede los 32°C, es necesario implementar protección para evitar estos inconvenientes. Controlar y ajustar la temperatura del concreto es fundamental para garantizar la calidad y la integridad del material durante su proceso de elaboración y vertido. [16]. basado en la norma NTP 339.184.

CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESION:

Este procedimiento implica la evaluación de la resistencia del concreto sometiéndolo a una carga axial específica sobre un área determinada. La lectura final de la carga se registra en el momento en que el concreto falla bajo esta presión, y la resistencia se obtiene dividiendo la carga aplicada por el área del testigo. Este método, compuesto por pruebas de compresión, es fundamental para determinar la capacidad del concreto de soportar cargas y su resistencia ante fuerzas externas, lo que es crucial en el diseño y la evaluación de estructuras de concreto. [16].

Método de Ensayo para determinar la resistencia a la compresión, basado en la norma ASTM C-39 o N.T.P.339.034

RESISTENCIA A LA TRACCION:

El proceso implica aplicar una fuerza de compresión diametral a un testigo de concreto a lo largo de su eje longitudinal hasta que caiga, con el propósito de evaluar la resistencia del concreto a la tracción. La prueba de compresión diametral permite comprender cómo el material resiste las tensiones que actúan perpendicularmente a su eje longitudinal.

Para determinar la resistencia a la tracción de las muestras cilíndricas de concreto, se siguen los procedimientos detallados en las normas ASTM C-496 o la norma técnica peruana NTP 339.084. Estos estándares establecen las directrices para llevar a cabo pruebas específicas que permiten medir la capacidad del concreto para resistir fuerzas de tracción. Este conocimiento es esencial para el diseño y la evaluación de estructuras que estarán expuestas a diversas cargas y fuerzas en aplicaciones prácticas, contribuyendo a la seguridad y la calidad de las construcciones.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN:

Este proceso consiste en determinar la resistencia a la flexión de una viga que está simplemente apoyada. Los resultados obtenidos se conocen

como el Módulo de Ruptura y se logran a través del tipo de falla que experimenta la viga sometida a la carga. Este ensayo se emplea en la construcción de losas y pavimentos para evaluar la capacidad del concreto de soportar flexión y tensiones antes de sufrir ruptura. El Módulo de Ruptura obtenido es crucial para el diseño y la evaluación de estructuras de concreto que estarán expuestas a cargas y condiciones de flexión durante su vida útil, como en el caso de los pavimentos y las lasas. [16]. Para determinar la resistencia a la flexión de las muestras de concreto nos basamos en las siguientes normas ASTM C-78 o N.T.P.339.078.

DURABILIDAD DEL CONCRETO – RESISTENCIA AL DESGASTE O ABRASIÓN:

a norma ASTM C-944 evalúa la resistencia de un material al desgaste por abrasión.

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO:

Este proceso busca determinar el módulo de elasticidad del concreto al aplicar una carga de compresión longitudinal. Se calcula como la pendiente de la línea que une dos puntos en la parte elástica de la curva de Esfuerzo-Deformación y se mide hasta el 40% de su resistencia máxima. También se investiga la relación entre las deformaciones lateral y longitudinal, lo que ayuda a entender el comportamiento del material bajo carga y su influencia en el diseño de estructuras. [16].

Basado en la norma ASTM C-469.

BASES TEÓRICAS

PAVIMENTO RÍGIDO

CONCEPTOS GENERALES

➤ PAVIMENTO

Constituido por capas relativamente horizontales, superpuestas que estas compuestas por materiales adecuadamente compactados, un pavimento está apoyado en la subrasante las cuales resistirán las cargas de esfuerzos que transmite el tránsito [20].

➤ CARACTERÍSTICAS

- Resistente a las cargas generadas por el tránsito
- El intemperismo es uno de los agentes a los que resiste
- Económico y durable
- Superficie regular, transversal y longitudinal las cuales tiene que permitir una buena comodidad a los usuarios.
- Resistente al desgaste por abrasión de llantas de vehículos [20].

➤ CLASIFICACION DE LOS PAVIMENTOS

Pavimento Flexible

Constituidos por una carpeta la cual está apoyada sobre 2 capas no rígidas que es base y también la subbase. [20].

Pavimento Semi-Rígido

Similar a la estructura de los pavimentos flexible, se usa un aditivo para que tenga una rigidez artificial, este aditivo puede ser: cemento, cal, asfalto, químico y emulsión este tiene como finalidad modificar o subsanar las propiedades mecánicas de los materiales no aptos [20].

Pavimento Rígido

Este tipo de estructura vial está constituido por una losa de concreto hidráulico que descansa encima una capa o sustrato hecho de un

material seleccionado. La repartición de esfuerzos se logra a través de la pérdida de concreto, beneficiándose de su alta rigidez y su considerable coeficiente de elasticidad. Esto resulta en una distribución amplia de los esfuerzos a lo largo de la superficie, lo que mejora la capacidad de la estructura para soportar cargas y tensiones provenientes del tráfico. La mezcla de una losa de concreto y una subrasante o capa adecuada permite una distribución eficiente de las cargas, reduciendo la probabilidad de deformaciones y daños en la vía. [20].

Pavimento Articulado

El pavimento está formado por una capa de rodadura compuesta por bloques de concreto prefabricado, conocidos comúnmente como adoquines. Estos adoquines, con un espesor uniforme, constituyen la superficie de rodadura. Se coloca sobre una capa base, que puede ser granular, o en algunos casos directamente sobre la subrasante, dependiendo de las magnitudes de tráfico y la calidad de los materiales utilizados. Esta capa de rodadura proporciona la superficie de circulación y soporta las cargas del tráfico. La disposición de los adoquines facilita la absorción de tensiones y permite una distribución eficiente de las cargas, lo que influye en la durabilidad y la estabilidad del pavimento. [20].

➤ **PAVIMENTO RIGIDO**

El pavimento tiene una carpeta de rodadura hecha de concreto de cemento hidráulico, y se clasifica como un pavimento rígido. Esta denominación se debe a que las propiedades de la carpeta de concreto tienen una mayor capacidad para absorber las cargas vehiculares en comparación con otros tipos de pavimentos. Las cargas generadas por el tráfico se distribuyen de manera eficiente debido a la naturaleza de rigidez de la carpeta de rodadura. Esta rigidez permite que las cargas se dispersen de manera uniforme a

lo largo de la superficie, contribuyendo a una mayor durabilidad y resistencia del pavimento. [21].

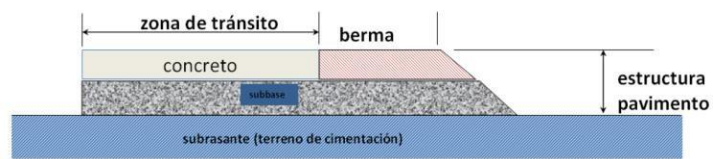


Ilustración 1: Pavimento Rígido. Fuente: M. Becerra Salas, Tópicos de Pavimentos de Concreto, Lima-Perú: Flujo libre, 2012

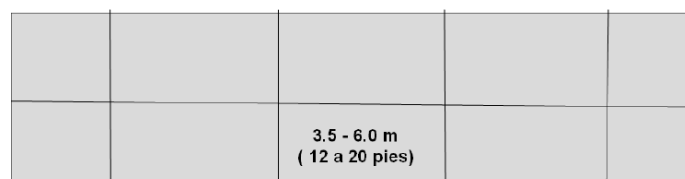
➤ TIPOS DE PAVIMENTO RIGIDO

Hay 4 tipos de pavimento rígido los cuales son empleados en vías y estas se diferencian según la forma que tienen las juntas [21].

1) Pavimento de Concreto Simple con Juntas (JPCP)

Este tipo es conocido por JPCP por sus siglas en inglés (Jointed Plain Concrete Pavement). Se realizan juntas de contracción transversal que cuentan con espacios de 3.5 y 6.0 m, estas juntas inducen al agrietamiento por las tensiones que se origina por la humedad y el cambio de temperatura que experimenta la temperatura [21].

Planta



Perfil

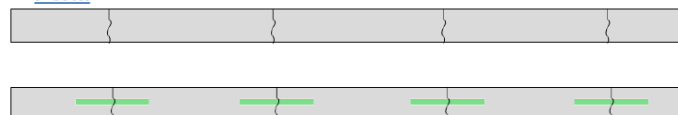
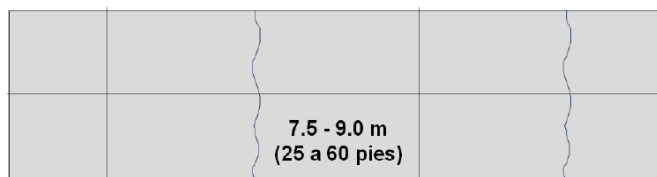


Ilustración 2: Pavimento de concreto simple de juntas. Fuente: M. Becerra Salas, Tópicos de Pavimentos de Concreto, Lima-Perú: Flujo libre, 2012

2) Pavimento de Concreto Armado con Barras Transversales (JRCP)

Conocido en inglés como (Jointed Reinforced Concrete Pavement). La carpeta de rodadura está constituida por concreto que esta reforzado con mallas las cuales son de acero y también permiten aumentar los espaciados de juntas transversales de contracción por lo que las distancias llegan entre 7.5 y 9.0 m [21].

Planta



Perfil

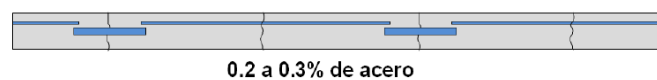
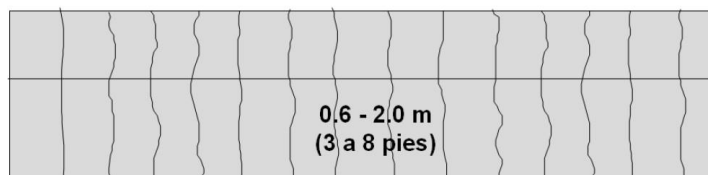


Ilustración 3: Pavimento de concreto armado con placas transversales. Fuente: M. Becerra Salas, Tópicos de Pavimentos de Concreto, Lima-Perú: Flujo libre, 2012

3) Pavimentos de Concreto Continuamente Reforzado (CRCP)

Más conocido por (Continuously Reinforced Concrete Pavement), una varía de acero controla las tensiones, a lo largo del pavimento aparecerán las fisuras que se pueden controlar con distancias ente 0.6 y 2.0 m. este pavimento es muy usado en Europa [21].

Planta



Perfil

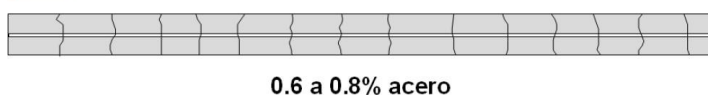


Ilustración 4: Pavimento de concreto continuamente reforzado. Fuente: M. Becerra Salas, Tópicos de Pavimentos de Concreto, Lima-Perú: Flujo libre, 2012

4) Pavimentos de Concreto con Losas Cortas (Optipave)

Se usa primera instancia en las zonas de altas temperaturas donde la humedad y temperatura son muy altas. Trabaja con losas de dimensiones inferiores, sus principales objetivos son 2: el primero que es controlar las fisuras ocasionadas por los climas extremos, el segundo optimizar los espesores ya que los esfuerzos de flexión son desplazados por los esfuerzos a compresión. [21].

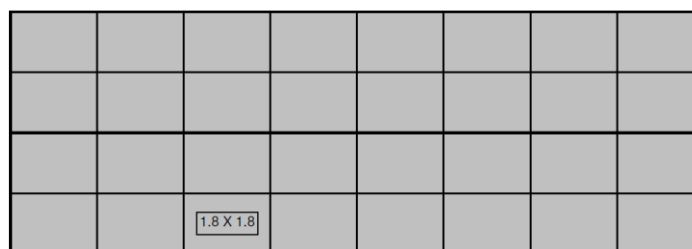


Ilustración 5: Pavimento de concreto con losas cortas. Fuente: M. Becerra Salas, Tópicos de Pavimentos de Concreto, Lima-Perú: Flujo libre, 2012

➤ ELEMENTOS DE UN PAVIMENTO RIGIDO

Por la vejeidad el tipo de concreto JPCP es el que se ajusta mejor a nuestra realidad, entonces en la larga vida del pavimento es la mejor ventaja tiene, en la siguiente figura se apreciara los elementos del JPCP [21].

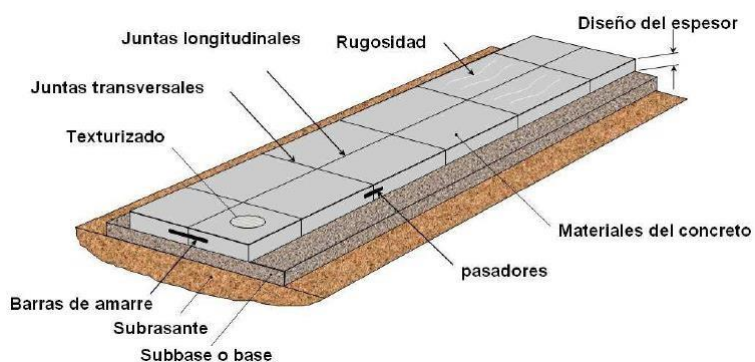


Ilustración 6: Elementos de un pavimento Rígido. Fuente: M. Becerra Salas, Tópicos de Pavimentos de Concreto, Lima-Perú: Flujo libre, 2012

CONCRETO

Es una mezcla en proporciones adecuadas de agregados más aire, más agua y cemento portland para así poder obtener buenas propiedades como la resistencia [22].

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

Según Abanto [22] el agua y el cemento causan una reacción química por lo cual une partículas que son agregados formando así un material heterogéneo, a veces se adiciona sustancias como los aditivos para que se logre mejorar las propiedades de un concreto.

➤ **MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO**

- a) Ligantes. - como materiales ligantes tenemos el cemento y el agua
- b) Agregados. -consta de 2 tipos de agregados, el primero es el agregado fino que está conformado por la arena y luego el agregado luego constituido por la grava, piedra chancada o canto rodado, confitillo y escorias de horno [22].

➤ **CEMENTO**

El cemento tiene que cumplir con requisitos de la normativa NTP 334.009 [23].

- **Cemento Portland**

Producto que, si se mezcla con agua, arena, piedra u otros elementos similares, se obtiene como reacción una masa endurecida, el cemento portland es un Clinker el cual es molido, que es fruto mediante la cocción a altas temperaturas, mayormente se usa piedra caliza y arcilla para la fabricación de este material [22].

- **Clasificación**

Se clasifican en 5 tipos por lo que están normalizadas por la ASTM y normas del cemento portland ASTM C 150 [22].

- 1) TIPO I: se usa en obras en general.
- 2) TIPO II: usado para obras expuestas a moderados sulfatos o cuando se requiera de un moderado calor de hidratación y en obras general

- 3) TIPO III: es de alta resistencia inicial.
- 4) TIPO IV: para bajo calor de hidratación.
- 5) TIPO V: cuando se requiere alta resistencia a los sulfatos y para estructuras cercanas al mar.

➤ **AGREGADO**

Conocidos también como áridos, estos materiales inertes son combinados con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y de igual manera se mezcla también con el agua para así formar los muy nombrados morteros y concretos [22].

Estos agregados pueden ser de forma granular, naturales o artificiales, se puede considerar como agregado a materiales que logran tener una resistencia a la superficie y que no afectan a las propiedades del concreto [24].

CANTO RODADO

Son fragmentos de rocas que adquieren la superficie lisa porque son transportados por un flujo de agua a lo largo del tiempo [25].

Este material es proveniente por la disgregación natural de rocas y por otros agentes atmosféricos, este material presenta una forma más redondeada por lo que se dice que ha perdido sus aristas [22].

➤ **Mineralogía**

En el ámbito de la geología, los expertos en la materia definen los minerales como aquellos sólidos de origen natural, de carácter inorgánico, que presentan una estructura interna organizada. Estos minerales poseen una composición química y exhiben características fisicoquímicas distintivas, las cuales son resultado directo de su estructura y composición química. [27]. Por otra parte, las rocas son como masas sólidas de materia mineral, o sustancias similares a minerales, que se encuentran de manera natural. Mientras que algunas rocas están compuestas por un solo tipo de mineral (por ejemplo, la caliza compuesta únicamente de calcita), la mayoría de las rocas se presentan

como agregados de diversas clases de minerales (como el granito, que contiene cuarzo, hornablenda, feldespato, entre otros) [27].

Es importante destacar que existen algunas rocas que están compuestas por materia no mineral. Un ejemplo de ello son las rocas volcánicas, como la Obsidiana y la Pumita, las cuales presentan una estructura vítrea no cristalina. Además, el carbón es otro ejemplo de una roca que consiste en restos orgánicos sólidos, en lugar de minerales. Estas excepciones demuestran que no todas las rocas están compuestas exclusivamente por minerales, y que existen otras composiciones posibles en el reino de las rocas [27].

➤ Composición de los Minerales

El estudio de los minerales es de gran importancia para comprender las propiedades de las rocas, lo que nos permite analizar e interpretar diversos fenómenos geológicos y su relevancia en diferentes áreas de conocimiento, en la Tierra se han identificado cerca de 4000 tipos distintos de minerales, los cuales se clasifican y definen principalmente por su estructura interna y su composición química [28].

Los minerales están formados por elementos de los cuales conocemos 112 y sólo 92 de estos están presentes de manera natural [28].

Tabla periódica de los elementos

La imagen muestra una tabla periódica de los elementos con un ejemplo detallado del elemento Hierro (Fe) en el centro. El ejemplo incluye:

- masa atómica: 55,845
- número atómico: 26
- simbolo químico: Fe
- nombre: Hierro
- configuración electrónica: $[Ar] 3d^6 4s^2$
- estados de oxidación: +2, +3

La leyenda de clasificación por grupos incluye:

- metales alcalinos
- metales alcalinotérreos
- otros metales
- metales de transición
- lantánidos
- actínidos
- metaloideos
- no metales
- halógenos
- metales nobles
- elementos reconocidos
- elementos no reconocidos

En la parte inferior izquierda, se muestra un diagrama de la configuración electrónica de un átomo con los niveles de energía (K, L, M, N) y los subniveles (s, p, d, f). En la parte inferior derecha, se muestra una versión condensada de la tabla periódica que incluye los elementos de las series de los lantánidos y actínidos.

Los elementos están formados por protones y neutrones en el núcleo, mientras que los electrones giran alrededor de este núcleo.

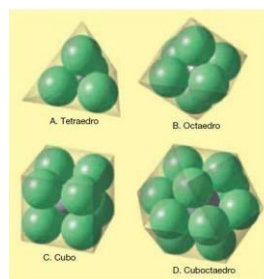
Los protones tienen carga positiva, los electrones carga negativa y los neutrones no tienen carga, es decir, son neutros [28].

Enlace iónico. – Un átomo cede los electrones de Valencia y otro los toma para completar su última capa. Dado que un elemento ha cedido uno o más electrones se queda cargado positivamente. Dado que el otro elemento ha tomado uno o más electrones se queda cargado negativamente. Los elementos se unen para tener carga eléctrica neutra [28].

Enlace covalente. – Hay átomos que comparten electrones (O₂, H₂, Cl₂ comparten un electrón en última capa y se estabilizan). Las moléculas son estables sin transferencia total de electrones. Silicatos contienen silicio y oxígeno formados por enlaces covalentes [28].

➤ **Estructura de los Minerales**

Los minerales tienen formas ordenadas de átomos, lo que les da una forma cristalina concreta la cual está determinada por: carga de los iones que intervienen (en menor medida) y el tamaño de los iones que intervienen (en mayor medida) [28].



La estructura interna de los minerales es la misma para cada uno de los elementos por lo que su distribución se verá reflejada a gran escala. Existen minerales con idéntica composición química pero con diferente cristalización lo que da lugar a dos minerales diferentes con diferente comportamiento [28].

➤ **Propiedades Físicas de los Minerales**

Los minerales tienen una composición química y una estructura cristalina las cuales determinan sus características donde estas propiedades son difíciles de determinar, por lo cual utilizamos

propiedades físicas más fáciles reconocibles para poder discernir entre los minerales [28].

PROPIEDADES DIAGNOSTICAS

Propiedades principales: Son características básicas que definen a un mineral, como su forma cristalina, brillo, color, raya (el color en polvo), dureza (resistencia a ser rayado), tenacidad (resistencia a romperse), y peso específico (densidad del mineral).

Propiedades secundarias: Son otras características que también ayudan a identificar un mineral, como el magnetismo, sabor, tacto, olor, elasticidad (capacidad de volver a su forma original), maleabilidad (facilidad de moldearlo), birrefracción (cómo se dobla la luz al pasar por él), y su reacción química.

La raya: Es el color que un mineral deja en polvo cuando lo frotamos contra una superficie de porcelana sin vidriar. Ayuda a identificarlo mejor.

Dureza: Es la capacidad de un mineral para resistir ser rayado por otros minerales u objetos.

ESCALA DE DUREZA DE MOHS

Consiste en 10 minerales distintos, de los cuales cada siguiente tiene una dureza mayor que el anterior, cada mineral tiene un número indicando su dureza [27].

DUREZA	RAYA	MATERIAL	
1	Con la uña	Talco	Minerales muy blandos
2		Yeso	
3	Con vidrio/acero	Calcita	Minerales blandos
4		Fluorita	
5		Apatita	
6	Con lija o lima	Feldespato	Minerales duros
7		Cuarzo	
8	No se raya	Topacio	Minerales muy duros
9		Corindón	
10		Diamante	

* **Tenacidad.** – La tenacidad de un mineral se refiere a la resistencia que se presenta frente a la rotura, Pulverización, aplastamiento, deformación cuando está sometido a fuerzas

mecánicas. Esta propiedad está relacionada con la capacidad de un mineral para absorber energía antes de fracturarse o deformarse [27]:

Frágil	Es el mineral que se rompe o pulveriza con facilidad
Maleable	Es el que puede ser batido y extendido en láminas o planchas.
Dúctil	El que puede ser reducido a hilos o alambres delgados.
Flexible	Si se dobla fácilmente, pero, una vez deja de recibir presión no recupera su forma original
Elástico	El que puede ser doblado y, una vez deja de recibir presión, recupera su forma original.
Sectil	Un mineral que puede cortarse en virutas delgadas con un cuchillo.

➤ **ROCAS IGNEAS**

Las rocas ígneas se forman cuando el magma (silicatos fundidos) del manto o la corteza terrestre se enfría y solidifica. La forma y estructura de estas rocas dependen de factores como el origen del magma, su composición, dónde se encuentran o cómo se liberan, y la velocidad con que se enfrían. Estos aspectos también afectan a los minerales que forman la roca, su textura, cristalinidad y composición química [27].

Rocas extrusivas-. Los que se encuentran en la superficie mejor llamadas rocas volcánicas, estas tienen un enfriamiento rápido y una formación de cristales pequeños o no existen [28].

Rocas intrusivas-. Se encuentran en la profundidad o mejor dicho las rocas plutónicas estas tienen un proceso lento y una formación de grandes cristalizados [28].

Las rocas subvolcanicas o hipoabisales son las que se encuentran en las bajas profundidades [28].

CLASIFICACION DE LAS ROCAS IGNERAS

Rocas Plutónicas. –Están clasificadas en:

- Rocas félsicas: son aquellas que tienen una gran cantidad de minerales claros, como el cuarzo y los feldespatos.
 - Granito-. Tiene una textura fanerítica, lo que significa que se pueden ver los cristales a simple

vista. Se compone principalmente de cuarzo (25%) y feldespatos potásicos y sódicos (65%). Además, contiene minerales como moscovita, que es una mica, y minerales oscuros como biotita y anfíbol. A veces, el granito tiene una textura porfídica, donde se ven cristales grandes de feldespato sobre una base más fina. [29]

- Sienita
- Rocas Intermedias.
 - Granodiorita
 - Diorita-. Es una roca de grano grueso que se distingue del granito porque no contiene cuarzo y tiene más silicatos oscuros como la biotita y el anfíbol [29]
- Rocas Mafica y ultramaficas: Estas rocas suelen ser más ricas en hierro y magnesio, y son generalmente más oscuras en color.
 - Gabro. - es el equivalente intrusivo del basalto y tiene el mismo color. Se encuentra en grandes cantidades en el fondo de los océanos, debajo de las capas de basalto [29].
 - Peridotita

Rocas volcánicas. – son aquellas que han cristalizado parcialmente, por lo que no se pueden identificar fácilmente todos los minerales que las componen. Debido a esto, se clasifican principalmente según su color general:

- Rocas félsicas: minerales claros
 - Riolita-. Al igual que el granito, tiene silicatos claros, pero se diferencia por mostrar fragmentos vítreos y huecos, lo que indica que se enfrió rápidamente.
- Rocas Intermedias:
 - Dacita (más clara)

- andesita (más oscura)
- Rocas Mafica y ultramaficas:
 - Está compuesta principalmente por piroxeno y plagioclasa cálcica, con algo de olivino y anfíbol. Es la roca extrusiva más común y se encuentra en los fondos oceánicos y en las islas volcánicas [29].

➤ **ROCAS SEDIMENTARIAS**

Las rocas sedimentarias están formadas en la superficie de la Tierra debido a procesos de alteración (tanto física como química) de las rocas preexistentes al estar en contacto con el aire o con el agua [27].

Los minerales pueden sufrir procesos de deterioro y transformación. Algunos minerales se descomponen en granos sueltos, otros se convierten en arcillas o en iones disueltos. Este conjunto de partículas, disueltos e iones pueden ser transportados por agentes como el agua, el viento o el hielo, y finalmente depositados. Estos depósitos forman sedimentos que, con el tiempo, bajo el proceso de diagénesis, pueden compactarse y cementarse para formar rocas sedimentarias. [27].

PROCESO DE FORMACION

- **EROSIÓN-** es el desgaste de suelos y rocas, que genera varios procesos en la superficie terrestre. Este proceso implica el movimiento y transporte de materiales. Los principales agentes de erosión son el agua, el hielo y el viento. La erosión crea relieves como valles, gargantas, cañones, cavernas y mesas. Además, las actividades humanas pueden aumentar este proceso [29].

TIPOS DE EROSION

Erosión limitada por transporte- Estado en el cual la velocidad de erosión está controlada por la velocidad de los procesos que transportan el sedimento [29].

Erosión limitada por meteorización-. Estado en el cual la velocidad de erosión está controlada por el ritmo de los procesos de meteorización [29].

- **METEORIZACION-**. La meteorización son todos los procesos por los cuales los minerales y las rocas en contacto con la atmósfera, hidrosfera y biosferas transforman en otros productos estables en las nuevas condiciones ambientales (presión, temperatura, presencia de agua y oxígeno, etc.) [29]
- **TRANSPORTE-**. traslado de materiales erosionados de un lugar a otro para ser sedimentados ya sea por agua líquida, por viento, por hielo y en masa [29].

TIPOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Rocas sedimentarias detríticas-. Las rocas sedimentarias detríticas corresponden a acumulaciones de restos variados, procedentes de rocas preexistentes (ígneas, metamórficas o sedimentarias) [29].

➤ **ROCAS METAMÓRFICAS**

El metamorfismo, que significa "cambio de forma", es el proceso mediante el cual las rocas experimentan modificaciones en su estructura, mineralogía, textura e incluso en su composición química. Esto ocurre cuando las rocas son expuestas a condiciones físicas o químicas muy diferentes a las de su formación original, como cambios en temperatura, presión o la presencia de fluidos reactivos. A medida que se adaptan a estas nuevas circunstancias, las rocas se transforman lentamente hasta equilibrarse con su nuevo entorno [27].

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS METAMORFICO

- Son transformaciones que implican el crecimiento, reorientación y formación de nuevos minerales, dando lugar a una roca distinta a la original [29].

- En definitiva, tiene lugar un cambio de forma o de distribución de la materia [29].

TIPOS DE METAMORFISMO

Metamorfismo: Son procesos que provocan cambios en la textura, estructura y composición mineral de las rocas dentro de la corteza terrestre, impulsados por factores como el calor, la presión y los fluidos químicamente activos. Estos cambios metamórficos ocurren mientras las rocas permanecen en estado sólido [29].

- **Metamorfismo local**

- De contacto: El metamorfismo de contacto es un proceso térmico localizado, causado por el calor de magmas intrusivos, y no genera esquistosidad en las rocas afectadas.
- Dinámico o cataclástico: Tiene lugar en zonas de falla y cabalgamientos
- Hidrotermal: ocurre cuando fluidos calientes, cargados de iones, circulan por fracturas y provocan cambios en los minerales de las rocas.

- **Metamorfismo Regional**

De soterramiento: El esquema describe la formación de rocas sedimentarias y volcánicas en zonas geosinclinales. En estas áreas, los sedimentos y rocas volcánicas se acumulan progresivamente y son enterrados por capas adicionales de sedimentos. Durante este proceso, se conserva parcialmente la estructura de las rocas originales, aunque la composición mineralógica puede alterarse. En resumen, se trata de la formación de rocas en zonas de hundimiento geológico donde los sedimentos rocas y volcánicas se depositan, se acumulan y se transforman parcialmente debido a las presiones y temperaturas bajo tierra, lo que da lugar a cambios en su estructura y composición mineral. [29].

Dinamo térmico: Este concepto describe las zonas geográficas y la conexión en términos de formación con los cinturones orogénicos significativos. Estas zonas son creadas debido a altas presiones y temperaturas. Como resultado, se generan extensiones considerables de áreas metamórficas, dando origen a rocas que exhiben esquistosidad. En resumen, estas áreas se asocian geográficamente con cinturones orogénicos importantes y se forman debido a condiciones de alta presión y temperatura. Las rocas que surgen en estas zonas se caracterizan por tener una estructura foliada, es decir, presentan esquistosidad, que es una disposición de los minerales en láminas o bandas paralelas, consecuencia de las fuerzas tectónicas y las condiciones extremas en las que se formaron. [29].

FACTORES DEL METAMORFISMO

Los principales factores del metamorfismo son el calor, la presión y los fluidos activos, que generan transformaciones tanto en la textura como en la composición mineral de las rocas.

Según la presión y temperatura a que se han formado las rocas se dividen por su grado de metamorfismo en Muy bajo, Bajo, Medio y alto [29].

ESTRUCTURAS

- Foliación. – Una textura foliada se forma cuando los minerales y las estructuras de una roca metamórfica se alinean de manera paralela debido a fuerzas aplicadas sobre ella. Las nuevas orientaciones serán esencialmente perpendiculares a la dirección de las fuerzas compresivas [28].

- Hay diferentes tipos de foliación, que varían según el grado de metamorfismo y la composición mineral de la roca original:
 - Pizarrosidad.-

Exfoliación fina (<1mm) y plana muy desarrollada (hojosidad), definida por orientación preferencial de filosilicatos de pequeño tamaño. Típica de pizarras de bajo metamorfismo, El proceso de transformación de una lutita en una pizarra implica cambios en los minerales presentes. En este proceso, los minerales arcillosos, que son estables en la superficie terrestre, experimentan recristalización, lo que significa que se reorganizan y forman microcristales de mica. La mica es un mineral que es más estable a temperaturas y presiones más elevadas que los minerales arcillosos. Esta transformación es característica de las condiciones de metamorfismo de grado bajo a moderado, donde las rocas sufren cambios físicos y químicos debido a la presión y temperatura, pero no alcanzan temperaturas extremadamente altas o presiones muy elevadas. Este proceso da lugar a la formación de la pizarra, una roca metamórfica con una textura foliada y una composición de minerales como la mica que le confiere su aspecto característico. [28].
 - Esquistosidad.

Exfoliación más grosera (>2mm) y alabeada. Estructura planar común definida por orientación preferencial de minerales filíticos. Típica de esquistos con metamorfismo medio.

En condiciones de presión y temperatura más elevadas, los pequeños granos de mica en las pizarras tienden a crecer, lo que le otorga a la roca un aspecto escamoso [28].

- **Bandeado gnéísico**

En el metamorfismo de alto grado, la migración de iones puede provocar la segregación de minerales, separando los cristales oscuros de biotita de los silicatos claros como cuarzo y feldespato, lo que genera un aspecto bandeado en la roca. Este tipo de roca metamórfica se llama gneis y se forma comúnmente a partir de granitos o dioritas, aunque también puede derivar de gabros y esquistos metamorfoseados [27].

ROCAS FOLIADAS

- **Pizarras.** – La pizarra es una roca foliada de textura muy fina, compuesta por diminutos cristales de mica. Su rasgo más distintivo es la capacidad de romperse en láminas planas, lo que la ha convertido en un material valioso para tejados, baldosas, pizarras y mesas de billar [27].
- **Filita.** – La filita es una roca metamórfica que se encuentra entre la pizarra y el esquisto en términos de metamorfismo. Los minerales planos de la filita son más grandes que los de la pizarra, aunque no lo suficientes como para ser identificables a simple vista. A pesar de su similitud con la pizarra, se distingue fácilmente por su brillo satinado característico. La filita muestra una metaforización mayor que la pizarra, pero no alcanza el nivel de metamorfismo del esquisto, lo que se refleja en el tamaño de sus minerales y en su brillo, siendo distintiva por estas propiedades visuales [27].

- Esquisto. – Los esquistos son rocas con una fuerte foliación que se rompen fácilmente en delgadas placas. Se caracterizan por tener más del 20% de minerales planos y alargados, generalmente micas y anfíboles [27].
- Gneis. – El término se utiliza para describir rocas metamórficas que presentan una textura bandeada y están compuestas principalmente de minerales alargados y granulares, a diferencia de las que tienen una forma plana. Los minerales más comunes que se encuentran en el gneis son el cuarzo, el feldespato [27].
- Cuarcita. –La cuarcita es una roca metamórfica muy dura (7), casi siempre formada a partir de arenisca rica en cuarzo. Bajo condiciones de metamorfismo de grado moderado a elevado, los granos de cuarzo de la arenisca se funden como briznas de vidrio. La cuarcita es una roca metamórfica formada por la recristalización completa del cuarzo. Al romperse, la cuarcita no se divide entre los granos originales de cuarzo, sino a través de ellos. A veces, las estructuras sedimentarias, como la estratificación cruzada, se conservan, lo que le otorga a la roca una apariencia bandeada. Por lo general, la cuarcita es blanca, pero la presencia de óxidos de hierro puede darle tonalidades rojizas o rosadas. Los granos de minerales oscuros pueden colorearla de gris.
A pesar de su composición silíceo, las cuarcitas se utilizan como áridos para hormigón. Sin embargo, su extracción conlleva un alto costo y desgaste de la maquinaria de trituración. A menudo se emplean como áridos para pavimentación de carreteras, pero suelen tener problemas de adherencia con los ligantes bituminosos [27].

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

Borja [26] La presente investigación responde a la siguiente tipología:

a) SEGÚN SU FINALIDAD

- Investigación Aplicada. – se busca aplicar en la siguiente tesis conocimientos que ya existen sobre los pavimentos para así solucionar problemas tales como un al diseño de pavimento, pero no desarrollar nuevas teorías

b) SEGÚN LOS DATOS ANALIZADOS

- Investigación Cuantitativa. – dentro de los ensayos de laboratorio se usarán valores numéricos por lo que se debe cuantificar las variables con exactitud en propiedades físico-mecánicas en el estudio del concreto con canto rodado como agregado grueso para realizar pavimentos

c) SEGÚN LA METODOLOGIA PARA CONSTATAR LA HIPOTESIS

- Investigación Experimental. – buscamos saber cómo influyes la incorporación de canto rodado de mar como agregado grueso para un concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ en pavimento rígido, por medio de ellos resultados d ellos ensayos de laboratorio demostrar la hipótesis.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se trata de realizar un proceso que nos ayudara a desarrollar y demostrar la veracidad de nuestra hipótesis la cual corresponde la investigación por lo que el diseño que se elabora es solo un estudio posprueba, por lo que el diseño de presentación es:

$Oc \rightarrow -X1 \rightarrow M2$: Para el Grupo de Control
 $Oe \rightarrow X1 \rightarrow M1$: Para el Grupo Experimental

Donde:

- O = Concreto $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
- $-X1$ = Ausencia de canto rodado (sin estímulos)
- $X1$ = Incorporación de canto rodado de mar (con estímulos)
- M = Medición de las propiedades físico-mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido.

POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO DEL ESTUDIO

POBLACIÓN

Está compuesto por el canto rodado. Se elaborarán concreto $F'c= 280\text{Kg/cm}^2$, Siguiendo las tablas de diseño establecidas, es importante adherirse a las pautas y criterios para garantizar resultados adecuados.

MUESTRAS

CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Se determinará por el número de muestras que se realizará en cada ensayo de concreto fresco según el Manual de Ensayo de Material.

Se necesitará 2 muestra para cada diseño en el ensayo de asentamiento del concreto, para verificar el SLUMP se debe hacer un llenado cada día, como lo dice en el apartado MTC E 705, entonces se necesitarán 8 número de ensayos en total de las muestras.

Para el ensayo de peso unitarios se necesitará 2 muestras para cada diseño según el apartado en MTC E 705 se saca una muestra por cada vaciado, en totalidad de muestras tendremos 8. Y para el contenido de aire según el MTC E 706 se necesitará 2 muestra para el ensayo de mezcla en total serian 8 muestras, de igual forma para la temperatura. Siento un total de 32 muestras a realizar

NUMERO DE ENSAYOS PARA CONCRETO FRESCO				
MUESTRA	ASENTAMIENTO	PESO UNITARIO	CONTENIDO DE AIRE	TEMPERATURA
	Nº de ensayos	Nº de ensayos	Nº de ensayos	Nº de ensayos
CR /redondeado / mixto/ ¾"	2	2	2	2
CR /redondeado / azul/ ¾"	2	2	2	2
CR /redondeado /rojo/ ¾"	2	2	2	2
CR /redondeado / claros/ ¾"	2	2	2	2
Total	8	8	8	8

Tabla 1: Numero de ensayos para concreto fresco. Fuente: Propia

CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Se contarán la cantidad de vigas y probetas según la norma exigente para cada ensayo por lo cual según la E.060 en el capítulo 5 Calidad del Concreto, Mezclado y Colocación nos dice que para obtener el promedio de las resistencias en probetas de 4" x 8" se usan 3 probetas a ensayar para la resistencia a la compresión y tracción del concreto y para realizar el módulo de elasticidad, flexión y poisson por lo que se usará 2 probeta por

cada diseño. Por ende, se realizarán 96 probetas para realizar ensayos en concreto endurecido.

NUMERO DE ENSAYOS PARA CONCRETO ENDURECIDO			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Testigo a ensayar (4" x 8")			
F'c = 280 Kg/cm2	EIDADES:		
	7 dias	14 dias	28 dias
CR /redondeado / mixto/ 3/4"	3	3	3
CR /redondeado / azul/ 3/4"	3	3	3
CR /redondeado / claros/ 3/4"	3	3	3
CR /redondeado / rojos/ 3/4"	3	3	3
Total	12	12	12

Tabla 2: Numero de ensayos para concreto endurecido. Fuente: Propia

NUMERO DE ENSAYOS PARA CONCRETO ENDURECIDO			
RESISTENCIA A LA TRACCION			
Testigo a ensayar (4" x 8")			
F'c = 280 Kg/cm2	EIDADES:		
	7 dias	14 dias	28 dias
CR /redondeado / mixto/ 3/4"	3	3	3
CR /redondeado / azul/ 3/4"	3	3	3
CR /redondeado / claros/ 3/4"	3	3	3
CR /redondeado / rojos/ 3/4"	3	3	3
Total	12	12	12

Tabla 3: Numero de ensayos para concreto endurecido. Fuente: Propia

NUMERO DE ENSAYOS PARA CONCRETO ENDURECIDO			
MUESTRA	RESISTENCIA FLEXIÓN	MODULO DE ELASTICIA	COEFICIENTE DE POISSON
F'C = 280 Kg/cm2	Vigas a ensayar (15 x 15 x 46 cm)	Testigos a ensayar (6" x 12")	Testigos a ensayar (6" x 12")
	28 dias	28 dias	28 dias
CR /redondeado / mixto/ 3/4"	2	2	2
CR /redondeado / azul/ 3/4"	2	2	2
CR /redondeado / rojo/ 3/4"	2	2	2
CR /redondeado / claros/ 3/4"	2	2	2
Total	8	8	8

Tabla 4: Numero de ensayos para concreto endurecido. Fuente: Propia

DURABILIDAD DEL CONCRETO

Se determina cada ensayo de durabilidad con la norma NTP 339.183, que se basa en la ASTM C1202, se refiere a la medición de la permeabilidad al cloruro y abrasión que es un ensayo por muestra, dando un total de 8

NUMERO DE ENSAYOS PARA DURABILIDAD DEL CONCRETO		
MUESTRA F'c= 280Kg/cm2	ABRACION	CLORUROS
	Testigos a ensayar (15 x 15cm)	N° de ensayos
	28 dias	
CR /redondeado / mixto/ ¾"	1	1
CR /redondeado / azul/ ¾"	1	1
CR /redondeado / rojo/ ¾"	1	1
CR /redondeado / claros/ ¾"	1	1
Total	4	4

Tabla 5: Numero de ensayos para durabilidad del concreto. Fuente: Propia

MUESTREO DE ESTUDIO

Depende del criterio a investigar, pero no de la selección de elementos por lo cual no es probabilístico.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La incorporación de canto rodado de mar se puede usar para hacer concreto $F'c = 280$ Kg/cm² y que cumplan con las especificaciones de las normativas para pavimento rígido

VARIABLES – OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES

- **Variable Independiente:**
Canto Rodado de Mar
- **Variable Dependiente:**
Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido para una resistencia $f'c$ 280 kg/cm²

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	UNID. DE MEDIDA	METODO DE MEDICION
INDEPENDIENTE- Canto Rodado de Mar	CANTO RODADO DE MAR	Forma	Redondeada	Observación visual
		Color	Mixto / Azul / Claros/ Rojo	Observación visual
		Tamaño	3/4 Pulg	Análisis granulométrico (MTC E 204)
DEPENDIENTE - Uso en concreto y cumplimiento de normativas para pavimento rígido	CONCRETO EN ESTADO FRESCO	Asentamiento o Consistencia del concreto	Pulg	Asentamiento del concreto (MTC E 705)
		Peso unitario del concreto	kg/m ³	Peso unitario (MTC E 714)
		Contenido de aire	%	Contenido de aire en el concreto fresco método de presión (MTC E 706)
		Temperatura	°C	Ensayo normalizado para determinar la temperatura en el concreto (MTC E 724)
	CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	Resistencia a la compresión testigos cilíndricos (MTC E 704)
		Resistencia a la tracción	kg/cm ²	Ensayo de tracción indirecta de cilindros estándares de concreto (MTC E 708)
		Resistencia a la flexión	kg/cm ²	Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (MTC E 709)
		Módulo de elasticidad y poisson	kg/cm ²	Método estándar de ensayo para módulo de elasticidad estático y relación de Poisson del concreto en compresión (ASTMC-469)
	DURABILIDAD EN EL CONCRETO	Resistencia a la abrasión	%	Método de prueba estándar para la resistencia a la abrasión de superficies de hormigón (ASTM C944)
		Resistencia ante Cloruros	%	Método de prueba para determinar la resistencia del concreto a la penetración de ion cloruro (ASTM C-1202-17)

Tabla 6: Operacionalización de variables. Fuente: Propia

TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se emplearon varias técnicas e instrumentos para la investigación:

➤ **TÉCNICA:** La Observación

INSTRUMENTO: Revisar la forma, textura, y tamaño del canto rodado de mar para poder así registrar cuales de estos factores es lo que el agregado grueso de mar para ver sus variaciones en sus propiedades físico-mecánicas en la etapa de experimentación por lo que se llevara a cabo ensayos de laboratorio

➤ **TÉCNICA:** Análisis de Resultados

INSTRUMENTO: Se interpretará y discutirá los resultados por lo que en esta técnica se estará evaluando los resultados con lo que estipula las normativas vigentes.

➤ **PROCESAMIENTO DE INFORMACION:** Se estará utilizando softwares tales como: Microsoft Excel, Word, AutoCAD.

PROCESO PARA DEMOSTRAR LA HIPÓTESIS

FASE 01: Revisión de literatura

- Recopilación de antecedentes relacionados con el tema a tratar
- Recopilación de normativas vigentes: MTC, NTP, ASTM, etc.

FASE 02: Ensayos en agregados naturales provenientes de cantera La Victoria

- Análisis granulométrico.
- Porcentaje de humedad natural.
- Contenido de absorción.
- Peso específico.
- Peso unitario suelto.
- Peso unitario compactado.

FASE 03: Ensayos en los grupos seleccionados de canto rodado provenientes de playa Media Luna – Puerto Eten

- Análisis granulométrico.
- Porcentaje de humedad natural.
- Contenido de absorción.
- Peso específico.
- Peso unitario suelto.

- Peso unitario compactado.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia ante sulfatos.

FASE 04: Proceso de obtención del canto rodado

- Recolección del canto rodado provenientes de la playa Media Luna – Puerto Eten.
- Lavado del agregado con el fin de reducir la cantidad de sales
- Tamizado de muestras en TMN de $\frac{3}{4}$ ".
- Agrupación de muestras en las siguientes combinaciones: (CR / Forma / Color / TMN):
 - CR / redondeado / mixto / $\frac{3}{4}$ ".
 - CR / redondeado / azul / $\frac{3}{4}$ ".
 - CR / redondeado / claro / $\frac{3}{4}$ ".
 - CR / redondeado / rojo / $\frac{3}{4}$ ".

FASE 05: Diseño de mezcla según el ACI y ensayos para concreto experimental

- Concreto en estado fresco.
 - Asentamiento.
 - Peso unitario.
 - Contenido de aire.
 - Temperatura.
- Concreto en estado endurecido.
 - Resistencia a la compresión.
 - Resistencia a la tracción.
 - Resistencia a la flexión.
 - Módulo de elasticidad.
- Durabilidad del concreto.
 - Resistencia a la abrasión.
 - Resistencia ante sulfatos

FASE 06: Análisis de resultados

- Análisis de resultados y elección del grupo óptimo de canto rodado para un concreto $f'c=280$ kg/cm².
- Rentabilidad económica de las propuestas interés.

- Emisión de conclusiones y recomendaciones.

PROCEDIMIENTO

CARACTERIZACIÓN DE CANTO RODADO

Se localizó un área con canto rodado en las laderas del mar, específicamente en la playa Media Luna, cerca de Puerto Eten. Con el apoyo de Geocatmin, se identificó un yacimiento de rocas como el gabro.

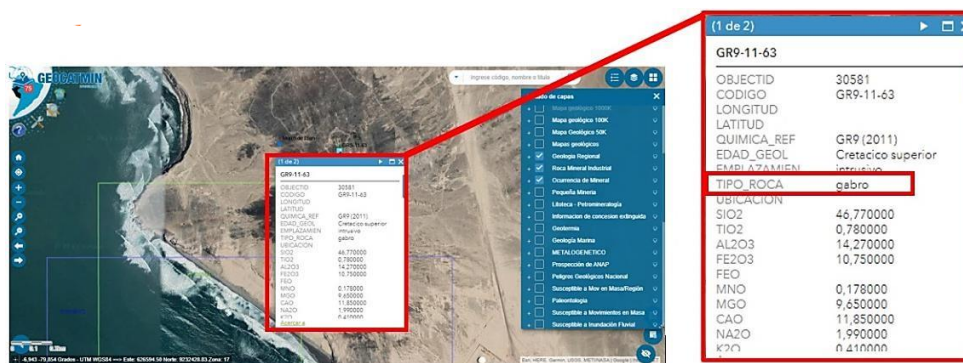


Imagen 1: yacimiento de gabro Fuente: Geocatmin

En el cerro campana mediante geocatmin nos brinda información sobre un boletín de Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la región Lambayeque - [Boletín B 41]

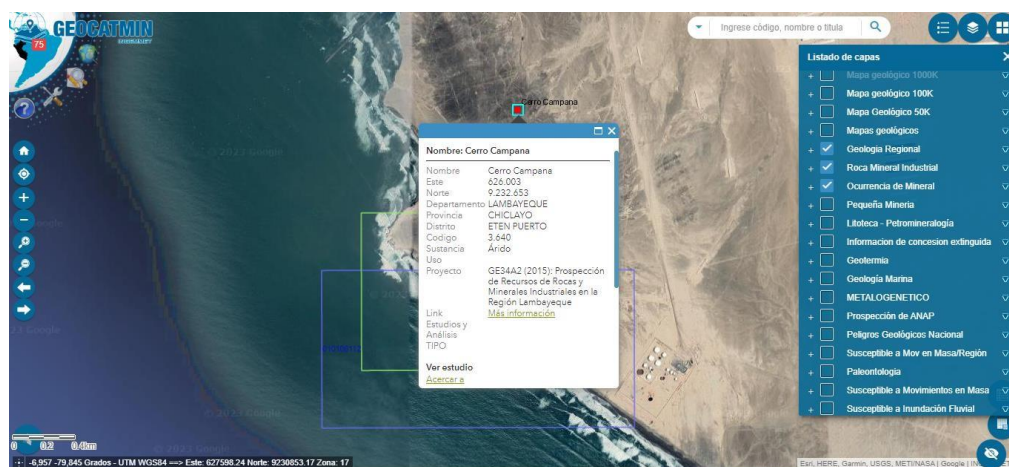


Imagen 2: boletín de Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la región Lambayeque Fuente: Geocatmin

En dicho boletín encontramos un mapa zonas favorables y ocurrencias de rocas y minerales industriales en este aparece el nombre de 2 cerros que contiene el material gabro.

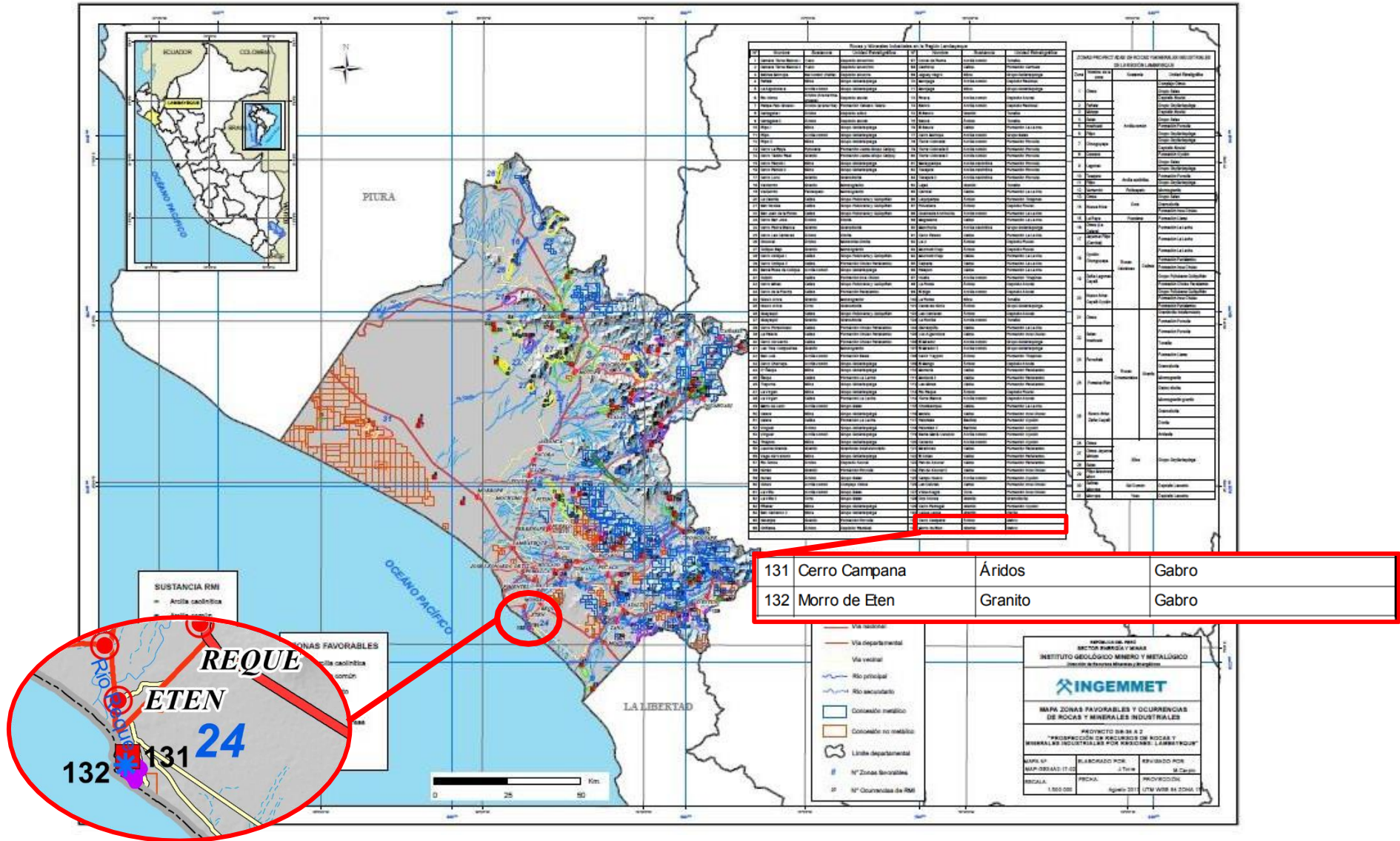


Imagen 3: mapa zonas favorables y ocurrencias de rocas y minerales industriales Fuente: Boletín B 41

Según la información encontrada se llenó unas fichas para caracterizar cada piedra utilizada en la investigación donde se seleccionaron los colores azules, claro, rojo debido a su abundancia, así mismo siendo el patrón una muestra aleatoria de las rocas encontradas en dicha zona.

FICHA 1 – ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS -IGNEA

IGNEAS	
ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS	
Nombre de la roca: GABRO	
1. RECONOCIMIENTO DE TEXTURA	
<p>a. Grado de cristalización Textura holocristalina Todos los cristales bien desarrollados</p>	
<p>b. Tamaño de grano Granos medio: 1 – 5 mm</p>	
<p>c. Formas de granos Subidiomorfos o subhedrales</p>	
<p>d. Identificación de la textura Textura fanerítica</p>	
2. COMPOSICIÓN MINEROLÓGICA	
<p>a. Minerales esenciales: Piroxenos, anfíboles y plagioclasas cálcicas</p>	
<p>b. Minerales accesorios: Olivino y biotita</p>	
3. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA	
Roca plutónica, mafica	
4. OBSERVACIONES	
El color que presenta el gabro es azul oscuro	

Ficha 1: ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS -IGNEA Fuente : Propia

En esta ficha se describen características por las cuales se lograron reconocer la roca gabro la cual es una roca ígnea, plutónica y mafica.

FICHA 2 - ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS -IGNEA

IGNEAS

ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS

Nombre de la roca: GABRO ALTERADO

1. RECONOCIMIENTO DE TEXTURA

a. Grado de cristalización

Textura holocristalina
 Todos los cristales bien desarrollados

b. Tamaño de grano

Granos medio: 1 – 5 mm

c. Formas de granos

Subidiomorfos o subhedrales

d. Identificación de la textura

Textura fanerítica



2. COMPOSICIÓN MINEROLÓGICA

a. Minerales esenciales:

Piroxenos, anfíboles y plagioclasas cálcicas

b. Minerales accesorios:

Olivino y biotita

3. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA

Roca plutónica, mafica

4. OBSERVACIONES

El color que presenta el gabro es rojizo y esto se debe a que se llegó a alterar por hierro

Ficha 2: ROCAS PLUTONICAS Y FILONIANAS -IGNEA Fuente: Propia

En la ficha 2 tenemos el material gabro, pero de color rojo y es porque se alteró con hierro por lo que de su color natural que es el azul oscuro paso a rojo oscuro y rojo medio claro [30].

FICHA 3 – ROCAS MASIVAS - METAMORFICA

METAMÓRFICA

ROCAS MASIVAS

Nombre de la roca: CUARCITA

1. PATRON TEXTURAL

- a. **Tamaño de grano**
Mediano - grueso
- b. **Tipo textural**
Textura granoblástica
- c. **Estructuras**
No foliada



2. COMPOSICIÓN MINEROLÓGICA

Cuarzo, biotita, feldespatos, clorita, granate y anfíbol

3. CLASIFICACIÓN DE LA ROCA

Metamórfica no foliada

4. OBSERVACIONES

Colores de cuarcitas encontradas son blanco y amarillo

Ficha 3: ROCAS MASIVAS - METAMORFICA Fuente: Propia

En la ficha 3 se caracterizó la cuarcita esta roca donde esta tiene un grano medio casi similar al del gabro, su estructura es no foliada porque no tiene una textura en laminas ordenadas.

PROCESO DE OBTENCIÓN DE CANTO RODADO

RECOLECCIÓN

El canto rodado empleado en esta tesis fue recolectado de la playa Media Luna, ubicada a 15 minutos de Puerto Eten.

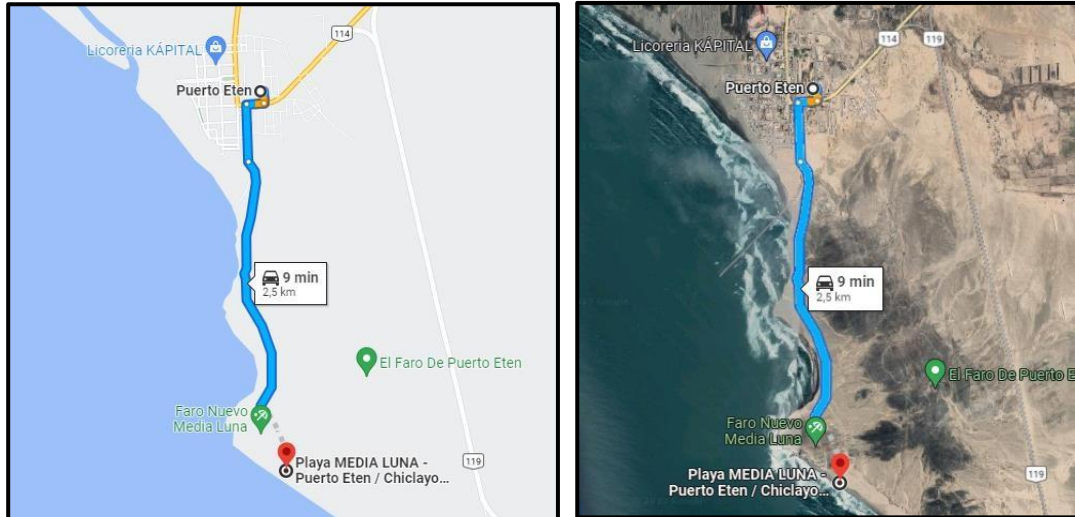


Imagen 4: Ubicación del canto rodado empleado. Fuente: propia



Imagen 5: Playa media luna. Fuente: propia

Se recogió el canto rodado al borde de la playa en saquetas de plástico



Imagen 6: Canto rodado seleccionado en saquetas Fuente: Propia

Se tamizo por la malla de 1" al agregado seleccionado



Imagen 7: Tamizado por la mala 1" agregado seleccionado Fuente: Propia

Se selecciona por colores el agregado pasante a la malla de 1"



Imagen 8: Seleccionado el canto por color Fuente: Propia

TRATAMIENTO

Se realizó el lavado, dejando bajo agua dulce por 48 horas el agregado transportado por color



Imagen 9: lavado bajo agua dulce por 48 horas Fuente: Propia

Se dejó secar el agregado al aire libre por 48 horas



Imagen 10: canto rodado secando al aire libre Fuente: Propia

ENSAYOS A LOS AGREGADOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO DE MAR) Y FINO

➤ AGREGADO FINO

Se preparó un poco de muestra de 500 gramos de agregado fino en estado natural, para luego lavarlo y pasar la muestra por el tamiz N°200 para eliminar los finos



Imagen 11: Agregado Fino- lavado por el tamiz N°200 Fuente: Propia

La muestra retenida en el tamiz se colocó en un recipiente y se horneó durante 24 horas. Luego, se dejó enfriar, se volvió a tamizar, se pesó el material retenido y se registraron los valores para su publicación..



Imagen 12: Agregado fino, tamizado Fuente: Propia

➤ **AGREGADO GRUESO**

Se colocó el agregado en el suelo para formar un círculo y dividir por cuarteo para luego seleccionar las partes a usar. Se pesa y se lleva al horno, posteriormente se deja enfriar y se pesa, luego se pasó las muestras por los tamices, se colocó los retenidos en recipientes y se peso



*Imagen 13: Agregado Grueso, Tamizado
Fuente: Propia*

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO) Y FINO

Se pesaron 500 gramos de agregado fino y grueso, y se pusieron en el horno durante 24 horas. Después, se retiraron, se dejaron enfriar y se registraron los valores.



Imagen 14: agregado grueso para contenido de humedad Fuente: Propia

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Para el ensayo, se tamizó la muestra con el tamiz N°4 y se pesó el frasco. Después, se añadió el material fino al frasco con agua destilada usando un embudo, se agitó para quitar burbujas de aire y se dejó reposar durante 24 horas. Finalmente, se pesó la muestra con el frasco y el agua, y se llevó al horno para medir su peso.



Imagen 15: agitado de fiola para el peso específico y grado de absorción del agregado fino Fuente: Propia

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Primero se pesó 4kg de agregado grueso proveniente del cuarteo echo anteriormente esta muestra pasó por el tamiz N°04, se le realizo un lavado para eliminar el polvo y se sumergió por 24hr en agua dentro de un embace, para pasado ese tiempo se dejó secar a temperatura ambiente



Imagen 16 secado a temperatura ambiente del agregado grueso Fuente: Propia

Se registra el peso de la canastilla sumergida en agua y el agregado se agrega a esta canastilla. Luego se registra el peso combinado de la muestra sumergida en agua y el peso de la canastilla. Posteriormente, la muestra se coloca en un horno durante 24 horas para secar completamente. Se registre el peso de la muestra después de este proceso de secado en el horno. Este proceso permite determinar la cantidad de agua que la muestra retiene o libera, siendo útil para calcular la humedad y la absorción de la muestra.

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Primero se pesó el molde en el cual se realizó el ensayo y con un cucharón se llenó y se pesó la muestra + el molde se realizó varias veces para que no difiera los pesos



Imagen 17: llenado de molde para el peso volumétrico suelto

Fuente: Propia

PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

De igual forma que con el agregado grueso se escogió un molde, se obtuvo el peso de este y con el cucharón se llenó y con la varilla se apisonar 25 veces y 15 veces se golpeó con el martillo de goma en el contorno del molde



Imagen 18: peso volumétrico varillado Fuente: Propia

ABRASIÓN LOS ÀNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½")

Se puso el canto rodado a la máquina de los ángeles, se la hizo rotar y el material se pasó por la malla N°12 para luego pesar



Imagen 19: abrasión de los agregados gruesos Fuente: Propia

RESISTENCIA ANTE SULFATOS

ENSAYOS DE LA CALIDAD DE CONCRETO

CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ASENTAMINETO:

Se humedeció los instrumentos a usar para el ensayo tales como la varilla, cono de Abraham, cucharón y el llenado se realizó en 3 capas y se compactó en cada capa con la varilla con 25 golpes en distintas

direcciones, se retiró el cono verticalmente cuidadosamente y se mide el asentamiento



Imagen 20: asentamiento del concreto Fuente: Propia

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO:

Se obtuvo las medidas del molde cilíndrico con su peso para luego colocar el y compactar por 3 capas y con la varilla se dio 25 golpecitos y 15 con el martillo de goma y eliminar así las burbujas para luego pesar el molde + concreto



Imagen 21: peso unitario del concreto fresco Fuente: Propia

CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO POR EL MÉTODO DE PRESIÓN

Se humedeció los instrumentos tales como la varilla y el cucharón y la olla de Washington para colocar capas con 25 golpes de varilla distribuidos 3 veces hasta llenar la olla y 15 veces con el martillo a los costados de la olla, se colocó la tapa y se ajustó las abrazaderas, después se abrió las llaves de purga y se cerró la válvula de aire, se

colocó agua y se eliminó mediante golpes el aire, luego se cerró las llaves y se bombea hasta que la línea se ponga en cero, se abrió la válvula principal y se tomó lectura del dato.



Imagen 22: contenido de aire Fuente: Propia

TEMPERATURA DEL CONCRETO:

Se colocó el termómetro en la mezcla a una altura de 7.5cm, y se dejó en termómetro en la mezcla por 2 min para que al final anotar el resultado



Imagen 23: temperatura del concreto Fuente: Propia

CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESION:

Se hizo testigos de concreto de 4 x8 para luego se llenó con 3 capas y se dio 25 golpecitos con la varilla y con mazo de goma 15 veces para eliminar las burbujas. Después de desmoldo pasado 24 horas y llevarlas a curar



Imagen 24: llenado de probetas Fuente: Propia

Se realizó el ensayo una vez que los testigos ya hayan completado sus días correspondientes para luego ser retirados del curado.



Imagen 25: Curado de testigos Fuente: Propia

Se colocó las almohadillas tanto en la parte superior e inferior de cada testigo se aplicó una la fuerza y velocidad uniforme y constante hasta que la carga se muestre en pantalla.

RESISTENCIA A LA TRACCION:

Después de tener los testigos hechos y curados se prendió la máquina y se colocó una placa en la parte inferior y sobre esta una madera centrada, después la probeta y se colocó otra madera

una placa más para luego aplicar fuerza y velocidad constante hasta que la carga nos maque en la pantalla y anotar



Imagen 26: Resistencia a la tracción de testigos
Fuente: Propia

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN:

Se hicieron moldes de 150m x 150mm x 550mm, dentro de estos moldes se vaciaron, se dejó 24 horas para luego desencontrar y curarlas, se colocó un soporte en la máquina el cual tiene rótulos de acero y la barra de acero luego se colocó la viga y se aplicó la carga y se anotó la carga que estaba en la pantalla.



Imagen 27: Resistencia a la Flexión de viga
Fuente: Propia

DURABILIDAD DEL CONCRETO – RESISTENCIA AL DESGASTE O ABRASIÓN:

Se tomó el peso inicial de los testigos y se anotó luego se acondiciono las arandelas en el dispositivo y también se acoplo a la máquina que ejerce la fuerza de 9.8N (10kg) a la probeta. Se realizó 3 ciclos cada uno de 2 min.

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO:

Se midió la longitud y diámetro de cada testigo para luego colocarlo en la compresora, luego se aplicó una carga de 40%, después se registró los datos de las deformaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DEL CANTO RODADO

Se separó por los colores azules, rojo y claro teniendo en cuenta el tipo de roca, su dureza teniendo en cuenta la escala de MOHS, su tenacidad, tamaño de grano y composición mineralógica

COLOR DE ROCA	NOMBRE DE ROCA	TIPO DE ROCA	DUREZA	TENACIDAD	TAMAÑO DE GRANO	COMPOSICION MINEROLOGICA
AZUL	Grabro	IGNEA	7	fragil	Grano medio	piroxenos, anfíbolos y plagioclasas cálcicas
ROJO	Gabro alterado por hierro	IGNEA	8	fragil	Grano medio	Hierro, piroxenos, anfíbolos y plagioclasas cálcicas
CLARO	Cuarcita	METAMORFICA	6	fragil	mediano grueso	Cuarzo, biorita, feldespato, clorita, granate y anfíbol

Tabla 7: Caracterización del agregado grueso Fuente: Propia

ENSAYO DE LOS MATERIALES

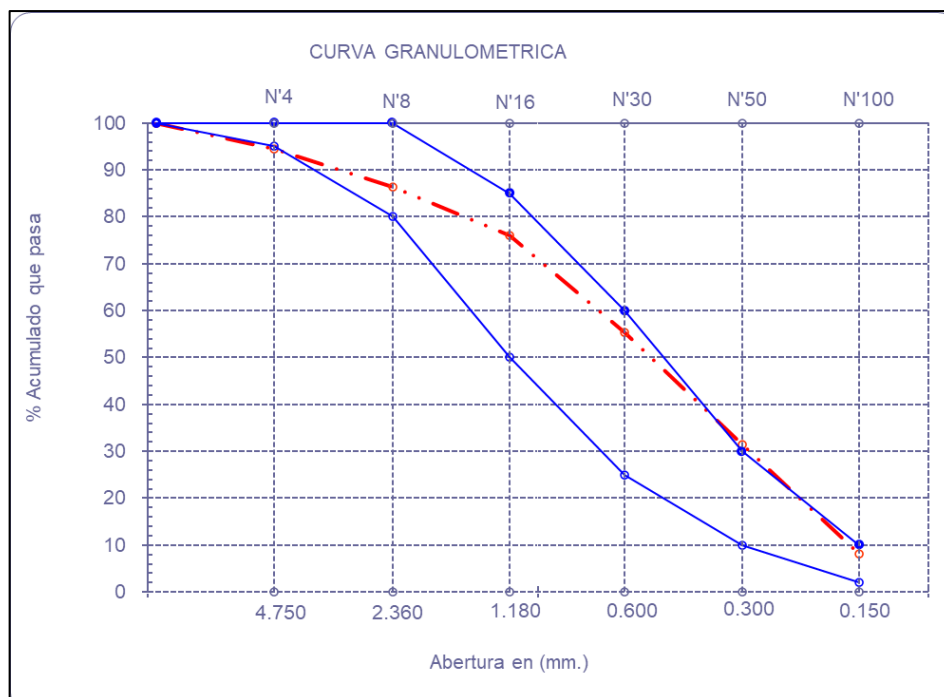
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El análisis granulométrico del agregado fino y grueso se realizó de acuerdo con la norma NTP 400.012 y la ASTM C136. Se estudió la cantera "La Victoria" en Pátapo para el agregado fino, mientras que el agregado grueso se tomó de la playa Media Luna.

➤ **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (LA VICTORIA-PATAPO)**

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.		P. Inicial H.	515.4	% de Humedad = 3.08			
		P. Inicial S.	500.0				
Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	27.66	5.5	5.5	94.5	95	100
Nº 08	2.360	40.25	8.1	13.6	86.4	80	100
Nº 16	1.180	51.8	10.4	23.9	76.1	50	85
Nº 30	0.600	103.66	20.7	44.7	55.3	25	60
Nº 50	0.300	119.05	23.8	68.5	31.5	10	30
Nº 100	0.150	116.5	23.3	91.8	8.2	2	10
Fondo		41.04	8.2	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.480			
Abertura de malla de referencia				9.500			

*Tabla 8: Análisis Granulométrico del agregado fino
Fuente: Propia*



*Gráfico 1: Análisis granulométrico agregado fino
Fuente: Propia*

➤ **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO
(CANTO RODADO-PLAYA MEDIA LUNA)**

✚ CANTO RODADO – MIXTO

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 67 (TMN 3/4")	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	50.6	1.0	1.0	99.0	90.0	100.0
1/2"	12.70	2559.4	49.1	50.1	49.9	-	-
3/8"	9.52	1250.7	24.0	74.1	25.9	20.0	55.0
Nº 04	4.75	1349.3	25.9	100.0	0.0	0.0	10.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Máximo		1"		38.00			
Tamaño Máximo Nominal		3/4"		25.00			

Tabla 9: Análisis granulométrico A.G. MIXTO
Fuente: Propia

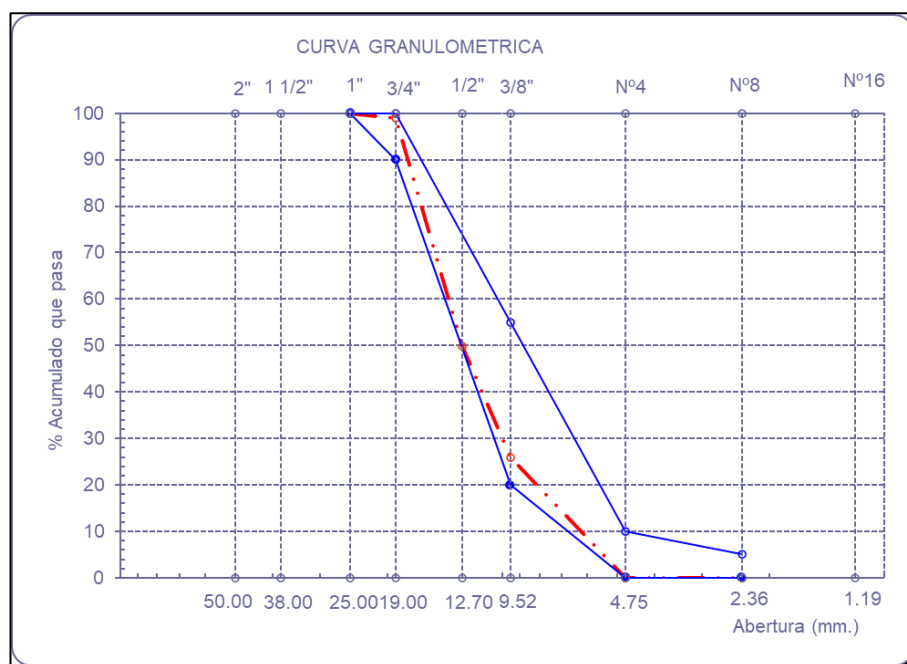


Gráfico 2: Análisis granulométrico A.G. MIXTO
Fuente: Propia

CANTO RODADO – CLARO

Cantera : Piedra Claro		P. Inicial H. 5447.5		% de Humedad = 0.14			
		P. Inicial S. 5440					
Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa	USO 67 (TMN 3/4")	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	130.7	2.4	2.4	97.6	90.0	100.0
1/2"	12.70	2559.6	47.1	49.5	50.5	-	-
3/8"	9.52	1400.3	25.7	75.2	24.8	20.0	55.0
Nº 04	4.75	1349.4	24.8	100.0	0.0	0.0	10.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1"	38.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/4"	25.00			

Tabla 10: Análisis granulométrico A.G. CLARO

Fuente: Propia

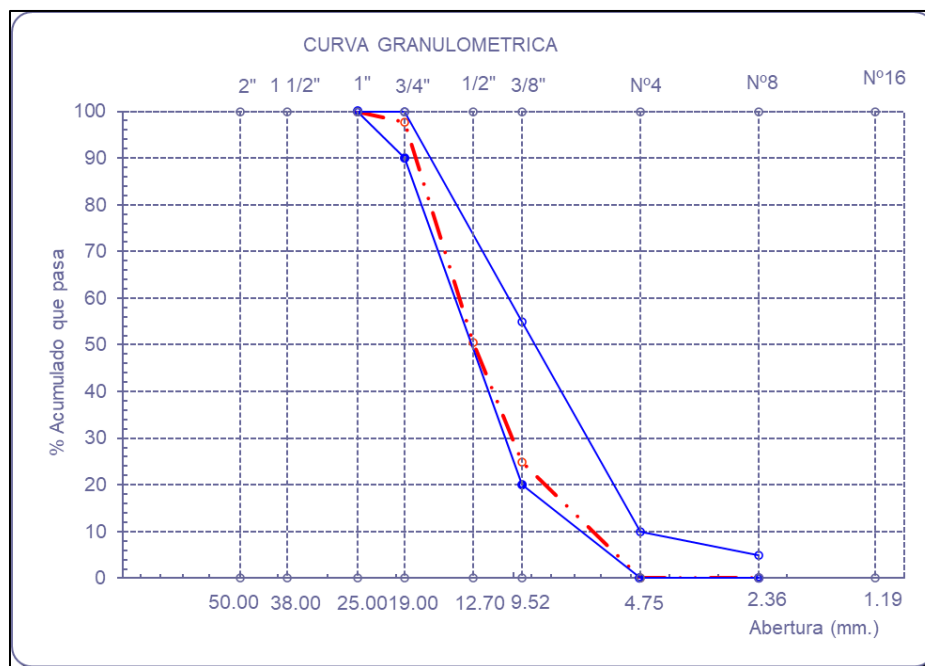


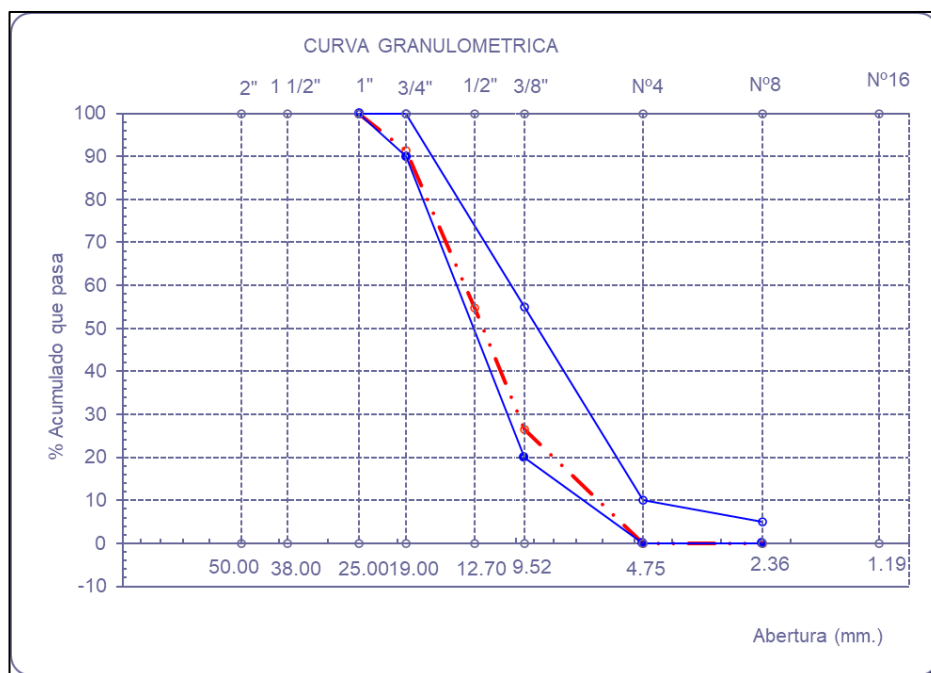
Gráfico 3: Análisis granulométrico A.G. CLARO

Fuente: Propia

CANTO RODADO – ROJO

Cantera : Piedra Roja		P. Inicial H. 5506		% de Humedad = 0.47			
		P. Inicial S. 5480					
Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa	USO 67 (TMN 3/4")	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	470.2	8.6	8.6	91.4	90.0	100.0
1/2"	12.70	2009.6	36.7	45.3	54.7	-	-
3/8"	9.52	1550.9	28.3	73.6	26.4	20.0	55.0
Nº 04	4.75	1449.5	26.5	100.0	0.0	0.0	10.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		-0.2	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

*Tabla 11: Análisis granulométrico A.G. ROJO
Fuente: Propia*



*Gráfico 4: Análisis granulométrico A.G. ROJO
Fuente: Propia*

 CANTO RODADO – AZUL

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	150.9	2.5	2.5	97.5	90.0	100.0
1/2"	12.70	2759.2	45.8	48.3	51.7	-	-
3/8"	9.52	1650.1	27.4	75.8	24.2	20.0	55.0
Nº 04	4.75	1459.8	24.2	100.0	0.0	0.0	10.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			

Tabla 12: Análisis granulométrico A.G. AZUL
Fuente: Propia

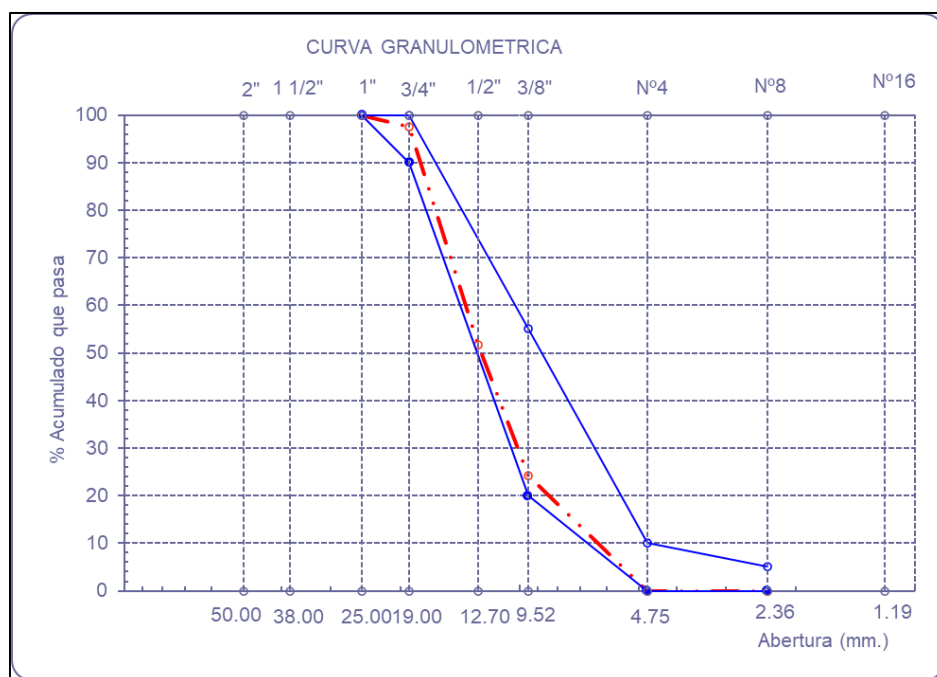


Gráfico 5: Análisis granulométrico A.G. AZUL
Fuente: Propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

➤ CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (LA VICTORIA-PATAPO)

Ensayo	: Contenido de humedad del agregado fino		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.			
I .- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1222.1	1222.1
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	1185.5	1185.5
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	3.08	3.08
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	3.08	

Tabla 13: Contenido de humedad de agregado fino Fuente: propia

➤ CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO-PLAYA MEDIA LUNA)

✚ CANTO RODADO – MIXTO

Ensayo	: Contenido de humedad del agregado grueso		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
Cantera : Piedra Mixta			
I .- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2458	2458
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2454	2454
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.16	

Tabla 14: Contenido de humedad A.G. MIXTO Fuente: propia

✚ CANTO RODADO – CLARO

Ensayo	: Contenido de humedad del agregado grueso		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
Cantera : Piedra Claro			
I .- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3672	3672
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	3667	3667
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.1	0.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.14	

Tabla 15: Contenido de humedad A.G. CLARO Fuente: propia

✚ CANTO RODADO – ROJO.

Ensayo	: Contenido de humedad del agregado grueso		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
Cantera : Piedra Rojo			
I.- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2372	2372
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2361	2361
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.47	

Tabla 16: Contenido de humedad A.G. ROJO Fuente: propia

✚ CANTO RODADO – AZUL

Ensayo	: Contenido de humedad del agregado grueso		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
Cantera : Piedra Azul			
I.- Datos			
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3219	3219
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	3211	3211
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.25	

Tabla 17: Contenido de humedad A.G. AZUL Fuente: propia

PESO ESPECÍFICO Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

➤ PESO ESPECÍFICO Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (LA VICTORIA-PATAPO)

Ensayo	: Peso específico y Absorción del agregado fino		
Referencia	: Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022		
Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.			
I.- Datos.			
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	1016.1	1016.1
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.39	709.39
3.- Peso del Agua	(g)	306.71	306.71
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	705.18	705.18
5.- Peso del Frasco	(g)	209.39	209.39
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500
II.- Resultados			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.565	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.587	
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.622	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.85	

Tabla 18: Peso específico y grado de absorción Agregado fino Fuente: propia

➤ **PESO ESPECÍFICO Y GRADO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO-PLAYA MEDIA LUNA)**

✚ CANTO RODADO – MIXTO

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso			
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021			
Cantera : Piedra Mixta			
I.- Datos.			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1787	1787
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1798	1798
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	2007	2007
4.- Peso de la canastilla	(g)	879	879
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1128	1128
II.- Resultados			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.667	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.684	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.712	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.62	

Tabla 19: Peso específico y grado de absorción A.G. MIXTO Fuente: propia

✚ CANTO RODADO – CLARO

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso			
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021			
Cantera : Piedra Claro			
I.- Datos.			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1869	1869
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1872	1872
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del	(g)	2046	2046
4.- Peso de la canastilla	(g)	879	879
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1167	1167
II.- Resultados			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.651	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.655	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.662	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.16	

Tabla 20: Peso específico y grado de absorción A.G. CLARO Fuente: propia

 CANTO RODADO – ROJO

<u>Ensayo</u> : Peso específico y Absorción del agregado grueso			
<u>Referencia</u> : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021			
Cantera : Piedra Rojo			
<u>I.- Datos.</u>			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1498	1498
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1511	1511
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del	(g)	1828	1828
4.- Peso de la canastilla	(g)	879	879
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	949	949
<u>II.- Resultados</u>			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.665	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.689	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.729	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.87	

Tabla 21: Peso específico y grado de absorción A.G. ROJO Fuente: propia

 CANTO RODADO – AZUL

<u>Ensayo</u> : Peso específico y Absorción del agregado grueso			
<u>Referencia</u> : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021			
Cantera : Piedra Azul			
<u>I.- Datos.</u>			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2305	2305
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2312	2312
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del	(g)	2358	2358
4.- Peso de la canastilla	(g)	879	879
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1479	1479
<u>II.- Resultados</u>			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.767	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.776	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.791	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.30	

Tabla 22: Peso específico y grado de absorción A.G. AZUL Fuente: propia

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

➤ PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (LA VICTORIA-PATAPO)

❖ PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo : Peso unitario del agregado fino			
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.			
1.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7917	7937
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7917	7937
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1445	1448
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1403	

Tabla 23: Peso unitario suelto Agregado fino Fuente: propia

❖ PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9007	9027
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9007	9027
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1644	1647
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1596	

Tabla 24: Peso Unitario Suelto compactado Agregado fino Fuente: Propia

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (CANTO)

❖ PESO UNITARIO SUELTO

✚ CANTO RODADO – MIXTO

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso			
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Cantera : Piedra Mixta			
A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8924	8917
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8924	8917
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1639	1638
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1636	

Tabla 25: Peso Unitario Suelto A.G. MIXTO Fuente: Propia

 CANTO RODADO – CLARO

<u>Ensayo</u> : Peso unitario del agregado grueso			
<u>Referencia</u> : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Cantera : Piedra Claro			
A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8785	8772
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8785	8772
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1614	1611
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1610	

Tabla 26: Peso Unitario Suelto A.G. CLARO Fuente: Propia

 CANTO RODADO – ROJO

<u>Ensayo</u> : Peso unitario del agregado grueso			
<u>Referencia</u> : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Cantera : Piedra Rojo			
A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8729	8749
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8729	8749
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1603	1607
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1598	

Tabla 27: Peso Unitario Suelto A.G. ROJO Fuente: Propia

 CANTO RODADO – AZUL

<u>Ensayo</u> : Peso unitario del agregado grueso			
<u>Referencia</u> : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Cantera : Piedra Azul			
A.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8919	8919
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8919	8919
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1638	1638
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1634	

Tabla 28: Peso Unitario Suelto A.G. AZUL Fuente: Propia

❖ PESO UNITARIO SUELTO COMPACTADO

✚ CANTO RODADO – MIXTO

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9254	9261
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9254.0	9261.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1700	1701
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1698	

Tabla 29: Peso Unitario Suelto compactado A.G. MIXTO Fuente: Propia

✚ CANTO RODADO – CLARO

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9252	9246
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9252.0	9246.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1700	1698
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1697	

Tabla 30: Peso Unitario Suelto compactado A.G. CLARO Fuente: Propia

✚ CANTO RODADO – ROJO

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9329	9359
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9329.0	9359.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1714	1719
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1708	

Tabla 31: Peso Unitario Suelto compactado A.G. ROJO Fuente: Propia

✚ CANTO RODADO – AZUL

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9569	9579
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9569.0	9579.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1758	1760
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1754	

Tabla 32: Peso Unitario Suelto compactado A.G. AZUL Fuente: Propia

RESISTENCIA A LA ABRASION DEL AGREGADO GRUESO

MUESTRA	- % de desgaste por abrasión	- % de uniformidad
CLARO	30.8	0.5
ROJO	18.0	0.5
AZUL	19.6	0.5
MIXTO	25.2	0.5

Tabla 33: Resistencia a la abrasión de Agregado grueso. Fuente: Propia

RESISTENCIA ANTE LOS SULFATOS DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE AGUA				
M	P.H	SALES TOTALES P.P.M	CLORUROS P.P.M	SULFATOS P.P.M
AZUL	6.9	512.0	184.0	306.0
ROJA	7.2	499.2	192.3	231.0
MIXTO	6.8	448.0	281.9	127.4
CLARO	7.1	435.2	210.9	191.3
ARENA	7.3	344.3	123.6	158.7

Tabla 34: Resistencia a los sulfatos del agregado fino y grueso Fuente: propia

DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA PATRÓN - CANTO RODADO MIXTO

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil Ambiental		CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																						
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>AF</td> <td>AG</td> </tr> <tr> <td>Porc. Absorción</td> <td>A%</td> <td>0.85</td> <td>0.62</td> </tr> <tr> <td>Porc. Humedad</td> <td>H%</td> <td>3.08</td> <td>0.16</td> </tr> </table>			AF	AG	Porc. Absorción	A%	0.85	0.62	Porc. Humedad	H%	3.08	0.16																										
	AF	AG																																						
Porc. Absorción	A%	0.85	0.62																																					
Porc. Humedad	H%	3.08	0.16																																					
Tesista: Keylly Yonelly Senz Epquin Ensayo: Diseño de mezcla con muestra patrón - Canto rodado mixto Referencia: Metodología ACI 211		$PH = PS(1 + H\%)$ PH = Peso Húmedo por m ³ de concreto PS = Peso seco por m ³ de concreto H = Porcentaje de humedad PHAF= 579.05 Kg / m ³ conc PHAG= 1108.77 Kg / m ³ conc																																						
DATOS DE LOS AGREGADOS		AGUA EFECTIVA																																						
Tamaño máximo nominal Peso Unitario suelto seco Peso Unitario compactado seco Peso específico de masa seco Contenido de humedad Contenido de absorción Módulo de fineza (adimensional)	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>AG</th> <th>AF</th> <th>UND</th> </tr> <tr> <td>Canto rodado</td> <td>Arena Fina</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td></td> <td>pulg.</td> </tr> <tr> <td>1636</td> <td>1403</td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>1698</td> <td></td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>2667</td> <td>2565</td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>0.16</td> <td>3.08</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>0.62</td> <td>0.85</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.480</td> <td></td> </tr> </table>	AG	AF	UND	Canto rodado	Arena Fina		3/4"		pulg.	1636	1403	kg/cm ³	1698		kg/cm ³	2667	2565	kg/cm ³	0.16	3.08	%	0.62	0.85	%		2.480		$APH = PS(H\% - A\%)$ APH = Aporte de humedad PS = Peso seco por m ³ de concreto H = Porcentaje de humedad A = Porcentaje de absorción APH AF= 12.54 lt APH AG= 5.01 lt APT= 7.53 lt											
	AG	AF	UND																																					
	Canto rodado	Arena Fina																																						
	3/4"		pulg.																																					
	1636	1403	kg/cm ³																																					
	1698		kg/cm ³																																					
2667	2565	kg/cm ³																																						
0.16	3.08	%																																						
0.62	0.85	%																																						
	2.480																																							
RESISTENCIA REQUERIDA		a) APORTE:																																						
$f'_{cr} = f'_{c} + 84$ <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>f'cr</td> <td>364 kg/cm²</td> </tr> </table>		f'cr	364 kg/cm ²	$AE = Ad - APT$ AE = Agua efectiva Ad = Agua de diseño APT = Aporte total A E = 197.47 lt A E = 19.1 lt/bls																																				
f'cr	364 kg/cm ²																																							
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL, SLUMP Y CONTENIDO DE AIRE		b) AGUA EFECTIVA:																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>TMN</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>SLUMP</td> <td>3"</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AIRE</td> <td>2%</td> </tr> </table>		TMN	3/4"	SLUMP	3"	CONTENIDO DE AIRE	2%	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>579.05</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1108.77</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>197.47</td> <td>lt</td> </tr> </table> 19.08 lt/bls		C	439.91	KG	Ag. F.	579.05	KG	Ag. G.	1108.77	KG	AGUA	197.47	lt																			
TMN	3/4"																																							
SLUMP	3"																																							
CONTENIDO DE AIRE	2%																																							
C	439.91	KG																																						
Ag. F.	579.05	KG																																						
Ag. G.	1108.77	KG																																						
AGUA	197.47	lt																																						
CONTENIDO DE AGUA		CONDICIONES HÚMEDAS																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>AGUA</td> <td>205 lt</td> </tr> </table>		AGUA	205 lt	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>579.05</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1108.77</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>197.47</td> <td>lt</td> </tr> </table> 19.08 lt/bls		C	439.91	KG	Ag. F.	579.05	KG	Ag. G.	1108.77	KG	AGUA	197.47	lt																							
AGUA	205 lt																																							
C	439.91	KG																																						
Ag. F.	579.05	KG																																						
Ag. G.	1108.77	KG																																						
AGUA	197.47	lt																																						
RELACIÓN AGUA/CEMENTO		DOSIFICACIÓN EN PESO																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>POR RESISTENCIA</td> <td>0.466</td> </tr> <tr> <td>POR DURABILIDAD</td> <td>0.500</td> </tr> </table>		POR RESISTENCIA	0.466	POR DURABILIDAD	0.500	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>AG</td> <td>/Agua</td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td>579.05</td> <td>1108.77</td> <td>/ 19.08 lt/bls</td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td>439.91</td> <td>439.91</td> <td></td> </tr> </table>		C	AF	AG	/Agua	439.91	579.05	1108.77	/ 19.08 lt/bls	439.91	439.91	439.91																						
POR RESISTENCIA	0.466																																							
POR DURABILIDAD	0.500																																							
C	AF	AG	/Agua																																					
439.91	579.05	1108.77	/ 19.08 lt/bls																																					
439.91	439.91	439.91																																						
CONTENIDO DE CEMENTO		1 : 1.32 : 2.52 / 19.08 lt/bls																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>439.91 kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>10.35 bls</td> </tr> </table>		CEMENTO=	439.91 kg	CEMENTO=	10.35 bls	MATERIALES POR BOLSA																																		
CEMENTO=	439.91 kg																																							
CEMENTO=	10.35 bls																																							
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td> <td>1</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>42.5</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>1.32</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>56.1</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>2.52</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>107.1</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>19.08</td> <td>lt/bls =</td> <td>19.08</td> <td>lt/bls</td> </tr> </table>		C	1	x 42.5 kg =	42.5	kg/bls	Ag. F.	1.32	x 42.5 kg =	56.1	kg/bls	Ag. G.	2.52	x 42.5 kg =	107.1	kg/bls	AGUA	19.08	lt/bls =	19.08	lt/bls																	
C	1	x 42.5 kg =	42.5	kg/bls																																				
Ag. F.	1.32	x 42.5 kg =	56.1	kg/bls																																				
Ag. G.	2.52	x 42.5 kg =	107.1	kg/bls																																				
AGUA	19.08	lt/bls =	19.08	lt/bls																																				
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>TMN (CANTO RODADO)</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>b/bo=</td> <td>0.652</td> </tr> </table>		TMN (CANTO RODADO)	3/4"	b/bo=	0.652	PESO UNITARIO HÚMEDO POR M³ DE AGREGADO																																		
TMN (CANTO RODADO)	3/4"																																							
b/bo=	0.652																																							
$PUSH = PUCS \left(\frac{b}{bo} \right)$ PUSH = Peso unitario suelto húmedo PUCS = Peso unitario compactado seco H = Porcentaje de humedad PUSH(Af)= 1446.60 kg/m ³ agreg PUSH(Ag)= 1638.66 kg/m ³ agreg		PESO UNITARIO HÚMEDO POR PIE³																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>439.91 kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>10.35 bls</td> </tr> </table>		CEMENTO=	439.91 kg	CEMENTO=	10.35 bls	1Bl= 42.5 kg= 1 pie ³ ; 1m ³ = 35.32 pie ³ $PUSH = \frac{PUSH (kg/m^3)}{35.32 (m^3/pie^3)}$ PUSH(Af)= 40.96 kg/pie ³ agreg PUSH(Ag)= 46.39 kg/pie ³ agreg																																		
CEMENTO=	439.91 kg																																							
CEMENTO=	10.35 bls																																							
VOLUMENES ABSOLUTOS		DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Peso Espec</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>439.91 KG</td> <td>/</td> <td>3130</td> <td>Kg/m³</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>1106.97 KG</td> <td>/</td> <td>2667</td> <td>Kg/m³</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td>2 %</td> <td>/</td> <td>100</td> <td>%/m³</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>205 lt</td> <td>/</td> <td>1000</td> <td>lt/m³</td> </tr> </table>					Peso Espec		C	439.91 KG	/	3130	Kg/m ³	AG	1106.97 KG	/	2667	Kg/m ³	AIRE	2 %	/	100	%/m ³	AGUA	205 lt	/	1000	lt/m ³	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>AG</td> <td>/Agua</td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td>56.1</td> <td>107.1</td> <td>/ 19.08 lt/bls</td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td>40.96</td> <td>46.39</td> <td></td> </tr> </table>		C	AF	AG	/Agua	42.5	56.1	107.1	/ 19.08 lt/bls	42.5	40.96	46.39	
			Peso Espec																																					
C	439.91 KG	/	3130	Kg/m ³																																				
AG	1106.97 KG	/	2667	Kg/m ³																																				
AIRE	2 %	/	100	%/m ³																																				
AGUA	205 lt	/	1000	lt/m ³																																				
C	AF	AG	/Agua																																					
42.5	56.1	107.1	/ 19.08 lt/bls																																					
42.5	40.96	46.39																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td rowspan="4">VOLÚMENES ABSOLUTOS</td> <td>C</td> <td>0.1410 m³</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>0.4150 m³</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td>0.0200 m³</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>0.2050 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="border-top: 1px solid black;">0.7810 m³</td> </tr> </table>		VOLÚMENES ABSOLUTOS	C	0.1410 m ³	AG	0.4150 m ³	AIRE	0.0200 m ³	AGUA	0.2050 m ³			0.7810 m ³	1 : 1.37 : 2.31 / 19.08 lt/bls (PIE ³ /BLS)																										
VOLÚMENES ABSOLUTOS	C		0.1410 m ³																																					
	AG		0.4150 m ³																																					
	AIRE		0.0200 m ³																																					
	AGUA	0.2050 m ³																																						
		0.7810 m ³																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td rowspan="2">VOLÚMEN DE AGREG FINO</td> <td>AF=</td> <td>1.00 m³ - 0.78 m³</td> </tr> <tr> <td>AF=</td> <td>0.22 m³</td> </tr> </table>		VOLÚMEN DE AGREG FINO	AF=	1.00 m ³ - 0.78 m ³	AF=	0.22 m ³	PESOS PARA MEZCLADO																																	
VOLÚMEN DE AGREG FINO	AF=		1.00 m ³ - 0.78 m ³																																					
	AF=	0.22 m ³																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td rowspan="2">PESO DE AGREG FINO</td> <td>AF=</td> <td>Vol * Peso esp</td> </tr> <tr> <td>AF=</td> <td>561.74 kg / m³ concreto</td> </tr> </table>		PESO DE AGREG FINO	AF=	Vol * Peso esp	AF=	561.74 kg / m ³ concreto	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>D=</td> <td>15.2</td> <td>cm</td> <td>A=</td> <td>0.018145882</td> <td>m²</td> </tr> <tr> <td>H=</td> <td>30.4</td> <td>cm</td> <td>H=</td> <td>0.304</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>N° Porbetas</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>desperdicio</td> <td>1.15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		D=	15.2	cm	A=	0.018145882	m ²	H=	30.4	cm	H=	0.304	m	N° Porbetas	3					desperdicio	1.15												
PESO DE AGREG FINO	AF=		Vol * Peso esp																																					
	AF=	561.74 kg / m ³ concreto																																						
D=	15.2	cm	A=	0.018145882	m ²																																			
H=	30.4	cm	H=	0.304	m																																			
N° Porbetas	3																																							
desperdicio	1.15																																							
CONDICIONES SECAS		Vol= 0.019031 m³																																						
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>561.74</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1106.97</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>205</td> <td>lt</td> </tr> </table>		C	439.91	KG	Ag. F.	561.74	kg	Ag. G.	1106.97	KG	AGUA	205	lt	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>C</td> <td>8.37</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>11.02</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>21.10</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>3.76</td> <td>lt</td> </tr> </table>		C	8.37	kg	Ag. F.	11.02	kg	Ag. G.	21.10	kg	AGUA	3.76	lt													
C	439.91	KG																																						
Ag. F.	561.74	kg																																						
Ag. G.	1106.97	KG																																						
AGUA	205	lt																																						
C	8.37	kg																																						
Ag. F.	11.02	kg																																						
Ag. G.	21.10	kg																																						
AGUA	3.76	lt																																						

Tabla 35: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado Mixto (Patrón). Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA EXPERIMENTAL - CANTO RODADO

AZUL


 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil Ambiental		CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																																								
LABORATORIO DESUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DEMATERIALES Tesista: Keylly Yonelly Senz Epquin Ensayo: Diseño de mezcla con muestra experimental - Canto rodado azul Referencia: Metodología ACI 211		<table border="1"> <tr> <td>Porc. Absorción</td> <td>A%</td> <td>AF</td> <td>AG</td> </tr> <tr> <td>Porc. Humedad</td> <td>H%</td> <td>3.08</td> <td>0.25</td> </tr> </table>			Porc. Absorción	A%	AF	AG	Porc. Humedad	H%	3.08	0.25																																																																														
Porc. Absorción	A%	AF	AG																																																																																							
Porc. Humedad	H%	3.08	0.25																																																																																							
DATOS DE LOS AGREGADOS		$PH = PS(1 + H\%)$ PH = Peso Húmedo por m ³ de concreto PS = Peso seco por m ³ de concreto H = Porcentaje de humedad PHAF= 584.34 Kg / m ³ conc PHAG= 1146.68 Kg / m ³ conc																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>AG</th> <th>AF</th> <th>UND</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Canto rodado</th> <th>Arena Fina</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tamaño máximo nominal</td> <td>3/4"</td> <td></td> <td>pulg.</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario suelto seco</td> <td>1634</td> <td>1403</td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario compactado seco</td> <td>1754</td> <td></td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de masa seco</td> <td>2767</td> <td>2565</td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.25</td> <td>3.08</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Contenido de absorción</td> <td>0.30</td> <td>0.85</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Módulo de fineza (adimensional)</td> <td></td> <td>2.480</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			AG	AF	UND		Canto rodado	Arena Fina		Tamaño máximo nominal	3/4"		pulg.	Peso Unitario suelto seco	1634	1403	kg/cm ³	Peso Unitario compactado seco	1754		kg/cm ³	Peso específico de masa seco	2767	2565	kg/cm ³	Contenido de humedad	0.25	3.08	%	Contenido de absorción	0.30	0.85	%	Módulo de fineza (adimensional)		2.480		AGUA EFECTIVA a) APORTE: $APH = PS(H\% - A\%)$ APH = Aporte de humedad PS = Peso seco por m ³ de concreto H = Porcentaje de humedad A = Porcentaje de absorción APH AF= 12.66 lt APH AG= -0.62 lt APT= 12.04 lt b) AGUA EFECTIVA: $AE = Ad - APT$ AE = Agua efectiva Ad = Agua de diseño APT = Aporte total A E= 192.96 lt A E= 18.6 lt/bls																																																				
	AG	AF	UND																																																																																							
	Canto rodado	Arena Fina																																																																																								
Tamaño máximo nominal	3/4"		pulg.																																																																																							
Peso Unitario suelto seco	1634	1403	kg/cm ³																																																																																							
Peso Unitario compactado seco	1754		kg/cm ³																																																																																							
Peso específico de masa seco	2767	2565	kg/cm ³																																																																																							
Contenido de humedad	0.25	3.08	%																																																																																							
Contenido de absorción	0.30	0.85	%																																																																																							
Módulo de fineza (adimensional)		2.480																																																																																								
RESISTENCIA REQUERIDA		CONDICIONES HÚMEDAS																																																																																								
$f'_{cr} = f'_{c} + 84$ <table border="1"> <tr> <td>f'cr</td> <td>364 kg/cm²</td> </tr> </table>		f'cr	364 kg/cm ²	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>584.34</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1146.68</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>192.96</td> <td>lt → 18.64 lt/bls</td> </tr> </table>			C	439.91	KG	Ag. F.	584.34	KG	Ag. G.	1146.68	KG	AGUA	192.96	lt → 18.64 lt/bls																																																																								
f'cr	364 kg/cm ²																																																																																									
C	439.91	KG																																																																																								
Ag. F.	584.34	KG																																																																																								
Ag. G.	1146.68	KG																																																																																								
AGUA	192.96	lt → 18.64 lt/bls																																																																																								
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL, SLUMP Y CONTENIDO DE AIRE		DOSIFICACIÓN EN PESO																																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>TMN</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>SLUMP</td> <td>3"</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AIRE</td> <td>2%</td> </tr> </table>		TMN	3/4"	SLUMP	3"	CONTENIDO DE AIRE	2%	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>AG</td> <td>/Agua</td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td>584.34</td> <td>1146.68</td> <td>/ 18.64 lt/bls</td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td>439.91</td> <td>439.91</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1.33</td> <td>2.61</td> <td>/ 18.64 lt/bls</td> </tr> </table>			C	AF	AG	/Agua	439.91	584.34	1146.68	/ 18.64 lt/bls	439.91	439.91	439.91		1	1.33	2.61	/ 18.64 lt/bls																																																																
TMN	3/4"																																																																																									
SLUMP	3"																																																																																									
CONTENIDO DE AIRE	2%																																																																																									
C	AF	AG	/Agua																																																																																							
439.91	584.34	1146.68	/ 18.64 lt/bls																																																																																							
439.91	439.91	439.91																																																																																								
1	1.33	2.61	/ 18.64 lt/bls																																																																																							
CONTENIDO DE AGUA		MATERIALES POR BOLSA																																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>AGUA</td> <td>205 lt</td> </tr> </table>		AGUA	205 lt	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>1</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>42.5</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>1.33</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>56.525</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>2.61</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>110.925</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>18.64</td> <td>lt/bls =</td> <td>18.64</td> <td>lt/bls</td> </tr> </table>			C	1	x 42.5 kg =	42.5	kg/bls	Ag. F.	1.33	x 42.5 kg =	56.525	kg/bls	Ag. G.	2.61	x 42.5 kg =	110.925	kg/bls	AGUA	18.64	lt/bls =	18.64	lt/bls																																																																
AGUA	205 lt																																																																																									
C	1	x 42.5 kg =	42.5	kg/bls																																																																																						
Ag. F.	1.33	x 42.5 kg =	56.525	kg/bls																																																																																						
Ag. G.	2.61	x 42.5 kg =	110.925	kg/bls																																																																																						
AGUA	18.64	lt/bls =	18.64	lt/bls																																																																																						
RELACIÓN AGUA/CEMENTO		PESO UNITARIO HÚMEDO POR M³ DE AGREGADO																																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>POR RESISTENCIA</td> <td>0.466</td> </tr> <tr> <td>POR DURABILIDAD</td> <td>0.500</td> </tr> </table>		POR RESISTENCIA	0.466	POR DURABILIDAD	0.500	$PUSH = PUSS(1 + H\%)$ PUSH = Peso unitario suelto húmedo PUSS = Peso unitario suelto seco H = Porcentaje de humedad PUSH(AF) = 1446.60 kg/m ³ agreg PUSH(AG) = 1638.39 kg/m ³ agreg																																																																																				
POR RESISTENCIA	0.466																																																																																									
POR DURABILIDAD	0.500																																																																																									
CONTENIDO DE CEMENTO		PESO UNITARIO HÚMEDO POR PIE³																																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>439.91 kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>10.35 bls</td> </tr> </table>		CEMENTO=	439.91 kg	CEMENTO=	10.35 bls	1Bl= 42.5 kg = 1 pie ³ ; 1m ³ = 35.32 pie ³ $PUSH = \frac{PUSH (kg/m^3)}{35.32 (m^3/pie^3)}$ PUSH(AF) = 40.96 kg/pie ³ agreg PUSH(AG) = 46.39 kg/pie ³ agreg																																																																																				
CEMENTO=	439.91 kg																																																																																									
CEMENTO=	10.35 bls																																																																																									
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI		DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN																																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>TMN (CANTO RODADO)</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>b/b0=</td> <td>0.652</td> </tr> </table> $PUSS = PUCS(\frac{b}{b0})$ PUSS = Peso unitario suelto seco PUCS = Peso unitario compactado seco <table border="1"> <tr> <td>PUSS=</td> <td>1143.83</td> <td>Kg agreg grues/ m³ concreto</td> </tr> </table>		TMN (CANTO RODADO)	3/4"	b/b0=	0.652	PUSS=	1143.83	Kg agreg grues/ m ³ concreto	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>AG</td> <td>/Agua</td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td>56.525</td> <td>110.925</td> <td>/ 18.64 lt/bls</td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td>40.96</td> <td>46.39</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1.38</td> <td>2.39</td> <td>18.64 lt/bls (PIE³/BLS)</td> </tr> </table>			C	AF	AG	/Agua	42.5	56.525	110.925	/ 18.64 lt/bls	42.5	40.96	46.39		1	1.38	2.39	18.64 lt/bls (PIE ³ /BLS)																																																															
TMN (CANTO RODADO)	3/4"																																																																																									
b/b0=	0.652																																																																																									
PUSS=	1143.83	Kg agreg grues/ m ³ concreto																																																																																								
C	AF	AG	/Agua																																																																																							
42.5	56.525	110.925	/ 18.64 lt/bls																																																																																							
42.5	40.96	46.39																																																																																								
1	1.38	2.39	18.64 lt/bls (PIE ³ /BLS)																																																																																							
VOLUMENES ABSOLUTOS		PESOS PARA MEZCLADO																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Peso Espec</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>439.91 KG</td> <td>/</td> <td>3130</td> <td>Kg/m³</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>1143.83 KG</td> <td>/</td> <td>2767</td> <td>Kg/m³</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td>2 %</td> <td>/</td> <td>100</td> <td>%/m³</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>205 lt</td> <td>/</td> <td>1000</td> <td>lt/m³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td rowspan="4">VOLÚMENES ABSOLUTOS</td> <td>C</td> <td>0.1410 m³</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>0.4130 m³</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td>0.0200 m³</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>0.2050 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>0.7790 m³</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">VOLÚMEN DE AGREG FINO</td> <td>AF=</td> <td>1.00 m³ - 0.78 m³</td> </tr> <tr> <td>AF=</td> <td>0.22 m³</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">PESO DE AGREG FINO</td> <td>AF=</td> <td>Vol * Peso esp</td> </tr> <tr> <td>AF=</td> <td>566.87 kg / m³ concreto</td> </tr> </table>					Peso Espec		C	439.91 KG	/	3130	Kg/m ³	AG	1143.83 KG	/	2767	Kg/m ³	AIRE	2 %	/	100	%/m ³	AGUA	205 lt	/	1000	lt/m ³	VOLÚMENES ABSOLUTOS	C	0.1410 m ³	AG	0.4130 m ³	AIRE	0.0200 m ³	AGUA	0.2050 m ³			0.7790 m ³	VOLÚMEN DE AGREG FINO	AF=	1.00 m ³ - 0.78 m ³	AF=	0.22 m ³	PESO DE AGREG FINO	AF=	Vol * Peso esp	AF=	566.87 kg / m ³ concreto	<table border="1"> <tr> <td>D=</td> <td>15.2</td> <td>cm</td> <td>A=</td> <td>0.018145882</td> <td>m²</td> </tr> <tr> <td>H=</td> <td>30.4</td> <td>cm</td> <td>H=</td> <td>0.304</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Nº Porbetas</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>desperdicio</td> <td>1.15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>Vol=</td> <td>0.019031</td> <td>m³</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>8.37</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>11.12</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>21.82</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>3.67</td> <td>lt</td> </tr> </table>			D=	15.2	cm	A=	0.018145882	m ²	H=	30.4	cm	H=	0.304	m	Nº Porbetas	3					desperdicio	1.15					Vol=	0.019031	m ³	C	8.37	kg	Ag. F.	11.12	kg	Ag. G.	21.82	kg	AGUA	3.67	lt
			Peso Espec																																																																																							
C	439.91 KG	/	3130	Kg/m ³																																																																																						
AG	1143.83 KG	/	2767	Kg/m ³																																																																																						
AIRE	2 %	/	100	%/m ³																																																																																						
AGUA	205 lt	/	1000	lt/m ³																																																																																						
VOLÚMENES ABSOLUTOS	C	0.1410 m ³																																																																																								
	AG	0.4130 m ³																																																																																								
	AIRE	0.0200 m ³																																																																																								
	AGUA	0.2050 m ³																																																																																								
		0.7790 m ³																																																																																								
VOLÚMEN DE AGREG FINO	AF=	1.00 m ³ - 0.78 m ³																																																																																								
	AF=	0.22 m ³																																																																																								
PESO DE AGREG FINO	AF=	Vol * Peso esp																																																																																								
	AF=	566.87 kg / m ³ concreto																																																																																								
D=	15.2	cm	A=	0.018145882	m ²																																																																																					
H=	30.4	cm	H=	0.304	m																																																																																					
Nº Porbetas	3																																																																																									
desperdicio	1.15																																																																																									
Vol=	0.019031	m ³																																																																																								
C	8.37	kg																																																																																								
Ag. F.	11.12	kg																																																																																								
Ag. G.	21.82	kg																																																																																								
AGUA	3.67	lt																																																																																								
CONDICIONES SECAS																																																																																										
<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>566.87 kg</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1143.83</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>205</td> <td>lt</td> </tr> </table>		C	439.91	KG	Ag. F.	566.87 kg	Kg	Ag. G.	1143.83	KG	AGUA	205	lt																																																																													
C	439.91	KG																																																																																								
Ag. F.	566.87 kg	Kg																																																																																								
Ag. G.	1143.83	KG																																																																																								
AGUA	205	lt																																																																																								

Tabla 36: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado Azul (Experimental). Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA EXPERIMENTAL - CANTO RODADO CLARO


 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil Ambiental																																																			
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES																																																			
Tesista:	Keylly Yonelly Senz Epquin																																																		
Ensayo:	Diseño de mezcla con muestra experimental - Canto rodado claros																																																		
Referencia	Metodología ACI 211																																																		
DATOS DE LOS AGREGADOS																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>AG</th> <th>AF</th> <th>UND</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Canto rodado</td> <td>3/4"</td> <td>Arena Fina</td> <td>pulg.</td> </tr> <tr> <td>Tamaño máximo nominal</td> <td>3/4"</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario suelto seco</td> <td>1610</td> <td>1403</td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario compactado seco</td> <td>1697</td> <td></td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de masa seco</td> <td>2651</td> <td>2565</td> <td>kg/cm³</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.14</td> <td>3.08</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Contenido de absorción</td> <td>0.16</td> <td>0.85</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Módulo de finiza (adimensional)</td> <td></td> <td>2.480</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		AG	AF	UND	Canto rodado	3/4"	Arena Fina	pulg.	Tamaño máximo nominal	3/4"			Peso Unitario suelto seco	1610	1403	kg/cm ³	Peso Unitario compactado seco	1697		kg/cm ³	Peso específico de masa seco	2651	2565	kg/cm ³	Contenido de humedad	0.14	3.08	%	Contenido de absorción	0.16	0.85	%	Módulo de finiza (adimensional)		2.480															
	AG	AF	UND																																																
Canto rodado	3/4"	Arena Fina	pulg.																																																
Tamaño máximo nominal	3/4"																																																		
Peso Unitario suelto seco	1610	1403	kg/cm ³																																																
Peso Unitario compactado seco	1697		kg/cm ³																																																
Peso específico de masa seco	2651	2565	kg/cm ³																																																
Contenido de humedad	0.14	3.08	%																																																
Contenido de absorción	0.16	0.85	%																																																
Módulo de finiza (adimensional)		2.480																																																	
RESISTENCIA REQUERIDA																																																			
$f_{cr} = f'c + 84$ <table border="1"> <tr> <td>$f'c$</td> <td>364 kg/cm²</td> </tr> </table>		$f'c$	364 kg/cm ²																																																
$f'c$	364 kg/cm ²																																																		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL, SLUMP Y CONTENIDO DE AIRE																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>TMN</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>SLUMP</td> <td>3"</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AIRE</td> <td>2%</td> </tr> </table>	TMN	3/4"	SLUMP	3"	CONTENIDO DE AIRE	2%																																												
TMN	3/4"																																																		
SLUMP	3"																																																		
CONTENIDO DE AIRE	2%																																																		
CONTENIDO DE AGUA																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>AGUA</td> <td>205 lt</td> </tr> </table>	AGUA	205 lt																																																
AGUA	205 lt																																																		
RELACIÓN AGUA/CEMENTO																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>POR RESISTENCIA</td> <td>0.466</td> </tr> <tr> <td>POR DURABILIDAD</td> <td>0.500</td> </tr> <tr> <td>ELEGIMOS</td> <td>0.466</td> </tr> </table>	POR RESISTENCIA	0.466	POR DURABILIDAD	0.500	ELEGIMOS	0.466																																												
POR RESISTENCIA	0.466																																																		
POR DURABILIDAD	0.500																																																		
ELEGIMOS	0.466																																																		
CONTENIDO DE CEMENTO																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>439.91 kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>10.35 bls</td> </tr> </table>	CEMENTO=	439.91 kg	CEMENTO=	10.35 bls																																														
CEMENTO=	439.91 kg																																																		
CEMENTO=	10.35 bls																																																		
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>TMN (CANTO RODADO)</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>b/b₀=</td> <td>0.652</td> </tr> </table> $PUSH = PUCS \left(\frac{b}{b_0} \right)$ <p>PUSH= Peso unitario suelto seco PUCS= Peso unitario compactado seco</p> <table border="1"> <tr> <td>PUSH=</td> <td>1106.23</td> <td>Kg agreg grues/ m³ concreto</td> </tr> </table>	TMN (CANTO RODADO)	3/4"	b/b ₀ =	0.652	PUSH=	1106.23	Kg agreg grues/ m ³ concreto																																											
TMN (CANTO RODADO)	3/4"																																																		
b/b ₀ =	0.652																																																		
PUSH=	1106.23	Kg agreg grues/ m ³ concreto																																																	
VOLUMENES ABSOLUTOS																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Peso Espec</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>439.91 KG</td> <td>/</td> <td>3130</td> <td>Kg/m³</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>1106.23 KG</td> <td>/</td> <td>2651</td> <td>Kg/m³</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td>2 %</td> <td>/</td> <td>100</td> <td>%/m³</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>205 lt</td> <td>/</td> <td>1000</td> <td>lt/m³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td rowspan="4">VOLUMENES ABSOLUTOS</td> <td>C</td> <td>0.1410 m³</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>0.4170 m³</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td>0.0200 m³</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>0.2050 m³</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><hr/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.7830 m³</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">VOLUMEN DE AGREG FINO</td> <td>AF=</td> <td>1.00 m³ - 0.78 m³</td> </tr> <tr> <td>AF=</td> <td>0.22 m³</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td rowspan="2">PESO DE AGREG FINO</td> <td>AF=</td> <td>Vol * Peso esp</td> </tr> <tr> <td>AF=</td> <td>556.61 kg / m³ concreto</td> </tr> </table>				Peso Espec		C	439.91 KG	/	3130	Kg/m ³	AG	1106.23 KG	/	2651	Kg/m ³	AIRE	2 %	/	100	%/m ³	AGUA	205 lt	/	1000	lt/m ³	VOLUMENES ABSOLUTOS	C	0.1410 m ³	AG	0.4170 m ³	AIRE	0.0200 m ³	AGUA	0.2050 m ³	<hr/>					0.7830 m ³	VOLUMEN DE AGREG FINO	AF=	1.00 m ³ - 0.78 m ³	AF=	0.22 m ³	PESO DE AGREG FINO	AF=	Vol * Peso esp	AF=	556.61 kg / m ³ concreto
			Peso Espec																																																
C	439.91 KG	/	3130	Kg/m ³																																															
AG	1106.23 KG	/	2651	Kg/m ³																																															
AIRE	2 %	/	100	%/m ³																																															
AGUA	205 lt	/	1000	lt/m ³																																															
VOLUMENES ABSOLUTOS	C	0.1410 m ³																																																	
	AG	0.4170 m ³																																																	
	AIRE	0.0200 m ³																																																	
	AGUA	0.2050 m ³																																																	
<hr/>																																																			
		0.7830 m ³																																																	
VOLUMEN DE AGREG FINO	AF=	1.00 m ³ - 0.78 m ³																																																	
	AF=	0.22 m ³																																																	
PESO DE AGREG FINO	AF=	Vol * Peso esp																																																	
	AF=	556.61 kg / m ³ concreto																																																	
CONDICIONES SECAS																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>556.61 kg</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1106.23</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>205</td> <td>lt</td> </tr> </table>	C	439.91	KG	Ag. F.	556.61 kg	Kg	Ag. G.	1106.23	KG	AGUA	205	lt																																						
C	439.91	KG																																																	
Ag. F.	556.61 kg	Kg																																																	
Ag. G.	1106.23	KG																																																	
AGUA	205	lt																																																	
CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>AF</th> <th>AG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Porc. Absorción</td> <td>0.85</td> <td>0.16</td> </tr> <tr> <td>Porc. Humedad</td> <td>3.08</td> <td>0.14</td> </tr> </tbody> </table> $PH = PS(1 + H\%)$ <p>PH = Peso Húmedo por m³ de concreto PS = Peso seco por m³ de concreto H = Porcentaje de humedad</p> <table border="1"> <tr> <td>PHAF=</td> <td>573.76</td> <td>Kg / m³ conc</td> </tr> <tr> <td>PHAG=</td> <td>1107.74</td> <td>Kg / m³ conc</td> </tr> </table>		AF	AG	Porc. Absorción	0.85	0.16	Porc. Humedad	3.08	0.14	PHAF=	573.76	Kg / m ³ conc	PHAG=	1107.74	Kg / m ³ conc																																			
	AF	AG																																																	
Porc. Absorción	0.85	0.16																																																	
Porc. Humedad	3.08	0.14																																																	
PHAF=	573.76	Kg / m ³ conc																																																	
PHAG=	1107.74	Kg / m ³ conc																																																	
AGUA EFECTIVA																																																			
a) APORTE:	$APH = PS(H\% - A\%)$ <p>APH = Aporte de humedad PS = Peso seco por m³ de concreto H = Porcentaje de humedad A = Porcentaje de absorción</p> <table border="1"> <tr> <td>APH AF=</td> <td>12.43</td> <td>lt</td> </tr> <tr> <td>APH AG=</td> <td>-0.27</td> <td>lt</td> </tr> <tr> <td>APT=</td> <td>12.16</td> <td>lt</td> </tr> </table>	APH AF=	12.43	lt	APH AG=	-0.27	lt	APT=	12.16	lt																																									
APH AF=	12.43	lt																																																	
APH AG=	-0.27	lt																																																	
APT=	12.16	lt																																																	
b) AGUA EFECTIVA:	$AE = Ad - APT$ <p>AE = Agua efectiva Ad = Agua de diseño APT = Aporte total</p> <table border="1"> <tr> <td>A E=</td> <td>192.84</td> <td>lt</td> </tr> <tr> <td>A E=</td> <td>18.6</td> <td>lt/bls</td> </tr> </table>	A E=	192.84	lt	A E=	18.6	lt/bls																																												
A E=	192.84	lt																																																	
A E=	18.6	lt/bls																																																	
CONDICIONES HÚMEDAS																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>573.76</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1107.74</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>192.84</td> <td>lt → 18.63 lt/bls</td> </tr> </table>	C	439.91	KG	Ag. F.	573.76	KG	Ag. G.	1107.74	KG	AGUA	192.84	lt → 18.63 lt/bls																																						
C	439.91	KG																																																	
Ag. F.	573.76	KG																																																	
Ag. G.	1107.74	KG																																																	
AGUA	192.84	lt → 18.63 lt/bls																																																	
DOSIFICACIÓN EN PESO																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>:</td> <td>AF</td> <td>:</td> <td>AG</td> <td>/Agua</td> <td></td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td>:</td> <td>573.76</td> <td>:</td> <td>1107.74</td> <td>/</td> <td>18.63 lt/bls</td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td>:</td> <td>439.91</td> <td>:</td> <td>439.91</td> <td>:</td> <td></td> </tr> </table>	C	:	AF	:	AG	/Agua		439.91	:	573.76	:	1107.74	/	18.63 lt/bls	439.91	:	439.91	:	439.91	:																														
C	:	AF	:	AG	/Agua																																														
439.91	:	573.76	:	1107.74	/	18.63 lt/bls																																													
439.91	:	439.91	:	439.91	:																																														
	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>:</td> <td>1.3</td> <td>:</td> <td>2.52</td> <td>/</td> <td>18.63 lt/bls</td> </tr> </table>	1	:	1.3	:	2.52	/	18.63 lt/bls																																											
1	:	1.3	:	2.52	/	18.63 lt/bls																																													
MATERIALES POR BOLSA																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>1</td> <td>x</td> <td>42.5 kg</td> <td>=</td> <td>42.5</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>1.3</td> <td>x</td> <td>42.5 kg</td> <td>=</td> <td>55.25</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>2.52</td> <td>x</td> <td>42.5 kg</td> <td>=</td> <td>107.1</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>18.63</td> <td>lt/bls</td> <td>=</td> <td>18.63</td> <td>lt/bls</td> <td></td> </tr> </table>	C	1	x	42.5 kg	=	42.5	kg/bls	Ag. F.	1.3	x	42.5 kg	=	55.25	kg/bls	Ag. G.	2.52	x	42.5 kg	=	107.1	kg/bls	AGUA	18.63	lt/bls	=	18.63	lt/bls																							
C	1	x	42.5 kg	=	42.5	kg/bls																																													
Ag. F.	1.3	x	42.5 kg	=	55.25	kg/bls																																													
Ag. G.	2.52	x	42.5 kg	=	107.1	kg/bls																																													
AGUA	18.63	lt/bls	=	18.63	lt/bls																																														
PESO UNITARIO HÚMEDO POR M³ DE AGREGADO																																																			
	$PUSH = PUCS(1 + H\%)$ <p>PUSH= Peso unitario suelto húmedo PUCS= Peso unitario suelto seco H = Porcentaje de humedad</p> <table border="1"> <tr> <td>PUSH(A)=</td> <td>1446.60 kg/m³ agreg</td> </tr> <tr> <td>PUSH(Ag)=</td> <td>1612.55 kg/m³ agreg</td> </tr> </table>	PUSH(A)=	1446.60 kg/m ³ agreg	PUSH(Ag)=	1612.55 kg/m ³ agreg																																														
PUSH(A)=	1446.60 kg/m ³ agreg																																																		
PUSH(Ag)=	1612.55 kg/m ³ agreg																																																		
PESO UNITARIO HÚMEDO POR PIE³																																																			
	<p>1Bl= 42.5 kg= 1 pie³; 1m³= 35.32 pie³</p> $PUSH = \frac{PUSH (kg/m^3)}{35.32 (m^3/pie^3)}$ <p>PUSH(A)= 40.96 kg/pie³ agreg PUSH(Ag)= 45.66 kg/pie³ agreg</p>																																																		
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>:</td> <td>AF</td> <td>:</td> <td>AG</td> <td>/Agua</td> <td></td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td>:</td> <td>55.25</td> <td>:</td> <td>107.1</td> <td>/</td> <td>18.63 lt/bls</td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td>:</td> <td>40.96</td> <td>:</td> <td>45.66</td> <td>:</td> <td>(KG/PIE³)</td> </tr> </table>	C	:	AF	:	AG	/Agua		42.5	:	55.25	:	107.1	/	18.63 lt/bls	42.5	:	40.96	:	45.66	:	(KG/PIE ³)																													
C	:	AF	:	AG	/Agua																																														
42.5	:	55.25	:	107.1	/	18.63 lt/bls																																													
42.5	:	40.96	:	45.66	:	(KG/PIE ³)																																													
	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>:</td> <td>1.35</td> <td>:</td> <td>2.35</td> <td>:</td> <td>18.63 lt/bls (PIE³/BLS)</td> </tr> </table>	1	:	1.35	:	2.35	:	18.63 lt/bls (PIE ³ /BLS)																																											
1	:	1.35	:	2.35	:	18.63 lt/bls (PIE ³ /BLS)																																													
PESOS PARA MEZCLADO																																																			
	<table border="1"> <tr> <td>D=</td> <td>15.2</td> <td>cm</td> <td>A=</td> <td>0.018145882</td> <td>m²</td> </tr> <tr> <td>H=</td> <td>30.4</td> <td>cm</td> <td>H=</td> <td>0.304</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>N° Porbetas</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>desperdicio</td> <td>1.15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>Vol=</td> <td>0.019031</td> <td>m³</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>8.37</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>10.92</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>21.08</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>3.67</td> <td>lt</td> </tr> </table>	D=	15.2	cm	A=	0.018145882	m ²	H=	30.4	cm	H=	0.304	m	N° Porbetas	3					desperdicio	1.15					Vol=	0.019031	m ³	C	8.37	kg	Ag. F.	10.92	kg	Ag. G.	21.08	kg	AGUA	3.67	lt											
D=	15.2	cm	A=	0.018145882	m ²																																														
H=	30.4	cm	H=	0.304	m																																														
N° Porbetas	3																																																		
desperdicio	1.15																																																		
Vol=	0.019031	m ³																																																	
C	8.37	kg																																																	
Ag. F.	10.92	kg																																																	
Ag. G.	21.08	kg																																																	
AGUA	3.67	lt																																																	

Tabla 37: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado claro (Experimental). Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA CON MUESTRA EXPERIMENTAL - CANTO RODADO ROJO


 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil Ambiental		CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																					
LABORATORIO DESUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DEMATERIALES		<table border="1"> <tr> <td>Porc. Absorción</td> <td>A%</td> <td>AF</td> <td>AG</td> </tr> <tr> <td>Porc. Humedad</td> <td>H%</td> <td>3.08</td> <td>0.47</td> </tr> </table>		Porc. Absorción	A%	AF	AG	Porc. Humedad	H%	3.08	0.47																												
Porc. Absorción	A%	AF	AG																																				
Porc. Humedad	H%	3.08	0.47																																				
Testista: Keylyl Yonelly Senz Epquin Ensayo: Diseño de mezcla con muestra experimental - Canto rodado rojo Referencia: Metodología ACI 211		$PH = PS(1 + H\%)$ PH = Peso Húmedo por m3 de concreto PS = Peso seco por m3 de concreto H = Porcentaje de humedad PHAF= 571.12 Kg / m3 conc PHAG= 1119.04 Kg / m3 conc																																					
DATOS DE LOS AGREGADOS		AGUA EFECTIVA																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>AG</th> <th>AF</th> <th>UND</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Canto rodado</td> <td>3/4"</td> <td>Arena Fina</td> <td>pulg.</td> </tr> <tr> <td>Tamaño máximo nominal</td> <td>1598</td> <td>1403</td> <td>kg/cm3</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario suelto seco</td> <td>1708</td> <td></td> <td>kg/cm3</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario compactado seco</td> <td>2665</td> <td>2565</td> <td>kg/cm3</td> </tr> <tr> <td>Peso específico de masa seco</td> <td>0.47</td> <td>3.08</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>0.87</td> <td>0.85</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Contenido de absorción</td> <td></td> <td>2.480</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Módulo de fineza (adimensional)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			AG	AF	UND	Canto rodado	3/4"	Arena Fina	pulg.	Tamaño máximo nominal	1598	1403	kg/cm3	Peso Unitario suelto seco	1708		kg/cm3	Peso Unitario compactado seco	2665	2565	kg/cm3	Peso específico de masa seco	0.47	3.08	%	Contenido de humedad	0.87	0.85	%	Contenido de absorción		2.480		Módulo de fineza (adimensional)				a) APORTE: $APH = PS(H\% - A\%)$ APH = Aporte de humedad PS = Peso seco por m3 de concreto H = Porcentaje de humedad A = Porcentaje de absorción APH AF= 12.37 lt APH AG= 4.48 lt APT= 7.89 lt	
	AG	AF	UND																																				
Canto rodado	3/4"	Arena Fina	pulg.																																				
Tamaño máximo nominal	1598	1403	kg/cm3																																				
Peso Unitario suelto seco	1708		kg/cm3																																				
Peso Unitario compactado seco	2665	2565	kg/cm3																																				
Peso específico de masa seco	0.47	3.08	%																																				
Contenido de humedad	0.87	0.85	%																																				
Contenido de absorción		2.480																																					
Módulo de fineza (adimensional)																																							
RESISTENCIA REQUERIDA		b) AGUA EFECTIVA: $AE = Ad - APT$ AE = Agua efectiva Ad = Agua de diseño APT = Aporte total A E= 197.11 lt A E= 19.0 lt/bls																																					
$f_{cr} = f'c + 84$ f'cr = 364 kg/cm2		CONDICIONES HÚMEDAS																																					
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL, SLUMP Y CONTENIDO DE AIRE		<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>571.12</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>1119.04</td> <td>KG</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>197.11</td> <td>lt → 19.04 lt/bls</td> </tr> </table>		C	439.91	KG	Ag. F.	571.12	KG	Ag. G.	1119.04	KG	AGUA	197.11	lt → 19.04 lt/bls																								
C	439.91	KG																																					
Ag. F.	571.12	KG																																					
Ag. G.	1119.04	KG																																					
AGUA	197.11	lt → 19.04 lt/bls																																					
CONTENIDO DE AGUA		DOSIFICACIÓN EN PESO																																					
AGUA = 205 lt		<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>:</td> <td>AF</td> <td>:</td> <td>AG</td> <td>:</td> <td>/Agua</td> <td>:</td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td></td> <td>571.12</td> <td></td> <td>1119.04</td> <td></td> <td>/ 19.04</td> <td>lt/bls</td> </tr> <tr> <td>439.91</td> <td></td> <td>439.91</td> <td></td> <td>439.91</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		C	:	AF	:	AG	:	/Agua	:	439.91		571.12		1119.04		/ 19.04	lt/bls	439.91		439.91		439.91															
C	:	AF	:	AG	:	/Agua	:																																
439.91		571.12		1119.04		/ 19.04	lt/bls																																
439.91		439.91		439.91																																			
RELACIÓN AGUA/CEMENTO		1 : 1.30 : 2.54 / 19.04 lt/bls																																					
<table border="1"> <tr> <td>POR RESISTENCIA</td> <td>0.466</td> </tr> <tr> <td>POR DURABILIDAD</td> <td>0.500</td> </tr> </table>		POR RESISTENCIA	0.466	POR DURABILIDAD	0.500	MATERIALES POR BOLSA																																	
POR RESISTENCIA	0.466																																						
POR DURABILIDAD	0.500																																						
ELEGIMOS = 0.466		<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>1</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>42.5</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>1.3</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>55.25</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>2.54</td> <td>x 42.5 kg =</td> <td>107.95</td> <td>kg/bls</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>19.04</td> <td>lt/bls =</td> <td>19.04</td> <td>lt/bls</td> </tr> </table>		C	1	x 42.5 kg =	42.5	kg/bls	Ag. F.	1.3	x 42.5 kg =	55.25	kg/bls	Ag. G.	2.54	x 42.5 kg =	107.95	kg/bls	AGUA	19.04	lt/bls =	19.04	lt/bls																
C	1	x 42.5 kg =	42.5	kg/bls																																			
Ag. F.	1.3	x 42.5 kg =	55.25	kg/bls																																			
Ag. G.	2.54	x 42.5 kg =	107.95	kg/bls																																			
AGUA	19.04	lt/bls =	19.04	lt/bls																																			
CONTENIDO DE CEMENTO		PESO UNITARIO HÚMEDO POR M3 DE AGREGADO																																					
<table border="1"> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>439.91 kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO=</td> <td>10.35 bls</td> </tr> </table>		CEMENTO=	439.91 kg	CEMENTO=	10.35 bls	$PUSH = PUSS(1 + H\%)$ PUSH = Peso unitario suelto húmedo PUSS = Peso unitario suelto seco H = Porcentaje de humedad PUSH(AF)= 1446.60 kg/m3 agreg PUSH(AG)= 1605.19 kg/m3 agreg																																	
CEMENTO=	439.91 kg																																						
CEMENTO=	10.35 bls																																						
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI		PESO UNITARIO HÚMEDO POR PIE3																																					
<table border="1"> <tr> <td>TMN (CANTO RODADO)</td> <td>3/4"</td> </tr> <tr> <td>b/b0=</td> <td>0.652</td> </tr> </table>		TMN (CANTO RODADO)	3/4"	b/b0=	0.652	1Bl= 42.5 kg= 1 pie3 ; 1m3= 35.32 pie3 $PUSH = \frac{PUSH (kg/m3)}{35.32 (m3/pie3)}$ PUSH(AF)= 40.96 kg/pie3 agreg PUSH(AG)= 45.45 kg/pie3 agreg																																	
TMN (CANTO RODADO)	3/4"																																						
b/b0=	0.652																																						
$PUSS = PUCS(\frac{b}{bo})$ PUSS= Peso unitario suelto seco PUCS= Peso unitario compactado seco PUSS= 1113.85 Kg agreg grues/ m3 concreto		DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN																																					
VOLUMENES ABSOLUTOS		<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>:</td> <td>AF</td> <td>:</td> <td>AG</td> <td>:</td> <td>/Agua</td> <td>:</td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td></td> <td>55.25</td> <td></td> <td>107.95</td> <td></td> <td>/ 19.04</td> <td>lt/bls</td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td></td> <td>40.96</td> <td></td> <td>45.45</td> <td></td> <td></td> <td>(KG/BLS)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>(KG/PIE3)</td> </tr> </table>		C	:	AF	:	AG	:	/Agua	:	42.5		55.25		107.95		/ 19.04	lt/bls	42.5		40.96		45.45			(KG/BLS)								(KG/PIE3)				
C	:	AF	:	AG	:	/Agua	:																																
42.5		55.25		107.95		/ 19.04	lt/bls																																
42.5		40.96		45.45			(KG/BLS)																																
							(KG/PIE3)																																
<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>439.91</td> <td>KG</td> <td>3130</td> <td>Kg/m3</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>1113.85</td> <td>KG</td> <td>2665</td> <td>Kg/m3</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td>2 %</td> <td></td> <td>100</td> <td>%/m3</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>205 lt</td> <td></td> <td>1000</td> <td>lt/m3</td> </tr> </table>		C	439.91	KG	3130	Kg/m3	AG	1113.85	KG	2665	Kg/m3	AIRE	2 %		100	%/m3	AGUA	205 lt		1000	lt/m3	1 : 1.35 : 2.38 : 19.04 lt/bls (PIE3/BLS)																	
C	439.91	KG	3130	Kg/m3																																			
AG	1113.85	KG	2665	Kg/m3																																			
AIRE	2 %		100	%/m3																																			
AGUA	205 lt		1000	lt/m3																																			
VOLÚMENES ABSOLUTOS { C: 0.1410 m3, AG: 0.4180 m3, AIRE: 0.0200 m3, AGUA: 0.2050 m3, Total: 0.7840 m3		PESOS PARA MEZCLADO																																					
VOLÚMEN DE AGREG FINO { AF= 1.00 m3 - 0.78 m3, AF= 0.22 m3		D= 15.2 cm, A= 0.018145882 m2 H= 30.4 cm, H= 0.304 m N° Borbetas = 3 desperdicio = 1.15																																					
PESO DE AGREG FINO { AF= Vol * Peso esp, AF= 554.04 kg / m3 concreto		<table border="1"> <tr> <td>Vol=</td> <td>0.019031</td> <td>m3</td> </tr> </table>		Vol=	0.019031	m3																																	
Vol=	0.019031	m3																																					
CONDICIONES SECAS		<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>8.37</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. F.</td> <td>10.87</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>Ag. G.</td> <td>21.30</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>3.75</td> <td>lt</td> </tr> </table>		C	8.37	kg	Ag. F.	10.87	kg	Ag. G.	21.30	kg	AGUA	3.75	lt																								
C	8.37	kg																																					
Ag. F.	10.87	kg																																					
Ag. G.	21.30	kg																																					
AGUA	3.75	lt																																					

Tabla 38: Diseño De Mezcla Con Canto Rodado Rojo (Experimental). Fuente: Propia

ENSAYO DE LA CALIDAD DEL CONCRETO
CONCRETO EN ESTADO FRESCO
ASENTAMIENTO

De acuerdo con el Manual de Ensayos de Materiales en el ensayo de asentamiento dice la norma de acuerdo al slump proyectado de 3" debo tener un margen de ± 1 entonces mis resultados deben de estar en un rango de 2" como mínimo y 4" como máximo.

COLOR CANTO RODADO	PROBETA	FECHA DE VACEADO	SLUMP (Pulg)	SLUMP PROM (Pulg)
MIXTO	KYSE M-01	12/05/2023	2.80	2.85
	KYSE M-02	12/05/2023	2.90	
AZUL	KYSE A-01	18/05/2023	3.00	3.00
	KYSE A-02	18/05/2023	3.00	
CLARO	KYSE C-01	16/05/2023	3.00	3.00
	KYSE C-02	16/05/2023	3.00	
ROJO	KYSE R-01	16/05/2023	2.90	2.80
	KYSE R-02	16/05/2023	2.70	

Tabla 39: Asentamiento. Fuente: Propia

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

Según la normativa MTC E 714 existe una clasificación de liviano, normal, y pesado de acuerdo a su densidad aproximada del concreto se clasifica de 2000 - 2600

COLOR CANTO RODADO	PROBETA	PESO CONCRETO + MOLDE (kg)	PESO MOLDE (kg)	PESO CONCRETO (Kg)	VOL. DE MOLDES CILÍNDRICOS (m3)	PESO UNITARIO (Kg/m3)			RENDIMIENTO
						REAL	PROM	TEÓRICO	
MIXTO	M-01	13.254	0.396	12.86	0.00552	2330.89	2356.09	2325.20	98.69%
	M-02	13.532	0.396	13.14	0.00552	2381.29			
AZUL	A-01	13.634	0.398	13.24	0.00552	2399.41	2389.35	2363.89	98.93%
	A-02	13.523	0.398	13.13	0.00552	2379.29			
CLARO	C-01	13.454	0.397	13.06	0.00552	2366.96	2384.10	2314.25	97.07%
	C-02	13.642	0.396	13.25	0.00552	2401.23			
ROJO	R-01	13.465	0.395	13.07	0.00552	2369.32	2376.75	2327.18	97.91%
	R-02	13.548	0.396	13.15	0.00552	2384.19			

Tabla 40: Peso Unitario del concreto fresco. Fuente: Propia

CONTENIDO DE AIRE

Según el Manual de ensayos de Materiales en el apartado MTC E 706 el contenido de aire especificada por la normativa como máximo es de 2'' por ende mis resultados cumplen.

COLOR CANTO RODADO	PROBETA	FECHA DE VACEADO	CONTENIDO DE AIRE TEÓRICO	CONTENIDO DE AIRE IN SITU	CONTENIDO DE AIRE PROMEDIO
MIXTO	KYSE M-01	12/05/2023	2.00%	1.50%	1.60%
	KYSE M-02	12/05/2023		1.70%	
AZUL	KYSE A-01	18/05/2023	2.00%	1.20%	1.30%
	KYSE A-02	18/05/2023		1.40%	
CLARO	KYSE C-01	16/05/2023	2.00%	1.20%	1.25%
	KYSE C-02	16/05/2023		1.30%	
ROJO	KYSE R-01	16/05/2023	2.00%	1.80%	1.75%
	KYSE R-02	16/05/2023		1.70%	

Tabla 41: Contenido de aire. Fuente: Propia

TEMPERATURA

Según la E.060 la temperatura no debe mayor de 32°C por ende los resultados cumplen.

COLOR CANTO RODADO	PROBETA	FECHA DE VACEADO	TEMPERATURA (°C)		
			AMBIENTE	CONCRETO	PROMEDIO
MIXTO	KYSE M-01	12/05/2023	21.30	25.90	26.00
	KYSE M-02	12/05/2023		26.10	
AZUL	KYSE A-01	18/05/2023	23.00	25.30	25.40
	KYSE A-02	18/05/2023		25.50	
CLARO	KYSE C-01	16/05/2023	24.50	26.10	26.20
	KYSE C-02	16/05/2023		26.30	
ROJO	KYSE R-01	16/05/2023	24.50	26.50	26.40
	KYSE R-02	16/05/2023		26.30	

Tabla 42: Temperatura Fuente: Propia

CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para la resistencia a la compresión se realizó para cada color de diseño mixto, azul, claro y rojo a los 7, 14 y 28 días que vendría a ser la edad del concreto. Donde al llegar a los 28 días según la E 0.60 debe llegara a la resistencia requerida de un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ donde en los resultados a los 28 días pasaron el $f'c$ requerido.

COLOR CANTO RODADO	PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		SLUMP	ROTURA			f'c (Kg/cm ²) obtenido		f'c (Kg/cm ²) 313.68
			Diámetro (cm)	Altura (cm)		Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)			
MIXTO	KYSE M-01	12/05/2023	10.00	20.00	3"	19/05/2023	18390	7	234.15	237.46	75.7%
	KYSE M-02	12/05/2023	10.00	20.00	3"	19/05/2023	18750	7	238.73		
	KYSE M-03	12/05/2023	10.00	20.00	3"	19/05/2023	18810	7	239.50		
	KYSE M-04	12/05/2023	10.00	20.00	3"	26/05/2023	21840	14	278.08	275.32	87.8%
	KYSE M-05	12/05/2023	10.00	20.00	3"	26/05/2023	21650	14	275.66		
	KYSE M-06	12/05/2023	10.00	20.00	3"	26/05/2023	21380	14	272.22		
	KYSE M-07	12/05/2023	10.00	20.00	3"	9/06/2023	24960	28	317.80	313.68	100.0%
	KYSE M-08	12/05/2023	10.00	20.00	3"	9/06/2023	24370	28	310.29		
	KYSE M-09	12/05/2023	10.00	20.00	3"	9/06/2023	24580	28	312.96		
AZUL	KYSE A-01	18/05/2023	10.00	20.00	3"	25/05/2023	19390	7	246.88	246.50	78.6%
	KYSE A-02	18/05/2023	10.00	20.00	3"	25/05/2023	19450	7	247.65		
	KYSE A-03	18/05/2023	10.00	20.00	3"	25/05/2023	19240	7	244.97		
	KYSE A-04	18/05/2023	10.00	20.00	3"	1/06/2023	22950	14	292.21	290.00	92.5%
	KYSE A-05	18/05/2023	10.00	20.00	3"	1/06/2023	22750	14	289.66		
	KYSE A-06	18/05/2023	10.00	20.00	3"	1/06/2023	22630	14	288.13		
	KYSE A-07	18/05/2023	10.00	20.00	3"	15/06/2023	25900	28	329.77	329.09	104.9%
	KYSE A-08	18/05/2023	10.00	20.00	3"	15/06/2023	25700	28	327.22		
	KYSE A-09	18/05/2023	10.00	20.00	3"	15/06/2023	25940	28	330.28		
CLARO	KYSE C-01	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	17770	7	226.25	224.39	71.5%
	KYSE C-02	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	17650	7	224.73		
	KYSE C-03	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	17450	7	222.18		
	KYSE C-04	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	20420	14	260.00	261.35	83.3%
	KYSE C-05	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	20620	14	262.54		
	KYSE C-06	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	20540	14	261.52		
	KYSE C-07	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	23300	28	296.66	295.77	94.3%
	KYSE C-08	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	23210	28	295.52		
	KYSE C-09	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	23180	28	295.14		
ROJO	KYSE R-01	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	19800	7	252.10	252.78	80.6%
	KYSE R-02	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	19750	7	251.46		
	KYSE R-03	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	20010	7	254.78		
	KYSE R-04	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	23440	14	298.45	299.17	95.4%
	KYSE R-05	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	23210	14	295.52		
	KYSE R-06	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	23840	14	303.54		
	KYSE R-07	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	26620	28	338.94	336.18	107.2%
	KYSE R-08	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	26410	28	336.26		
	KYSE R-09	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	26180	28	333.33		

Tabla 43: Resistencia a la Compresión a los 7,14 y 28 días. Fuente: Propia

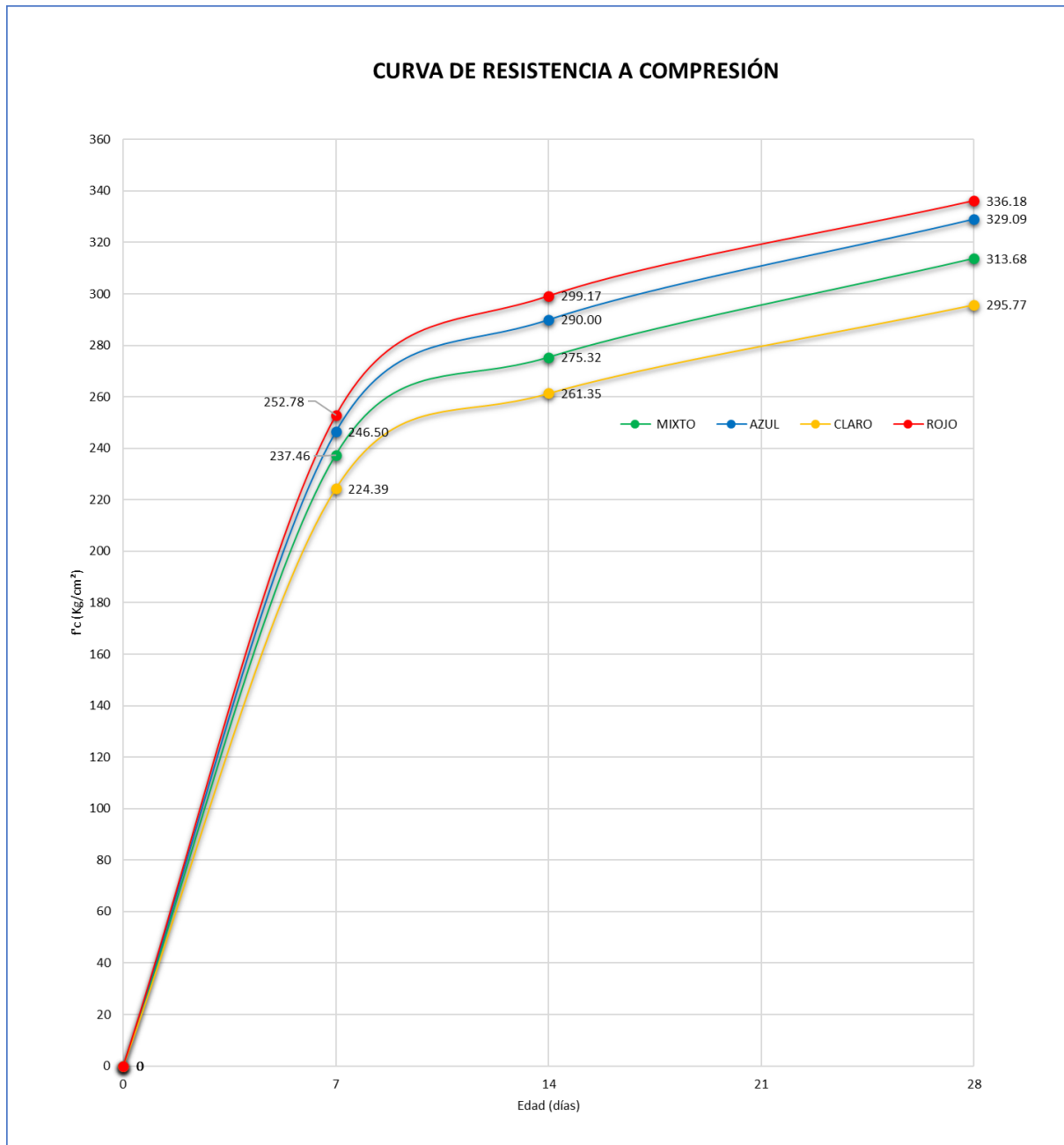


Gráfico 6:: Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Fuente: Propia

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Para la resistencia a la tracción indirecta se ensayaron probetas longitudinales a los 7, 14 y 28 días donde según el manual de ensayos de materiales en el apartador MTC E 708 los resultados a los 28 días tienen que tener un valor entre $1.59 \sqrt{f'c}$ y $2.2\sqrt{f'c}$ que son respectivamente en 26.6 kg/cm² y 36.8 kg/cm². Donde todos los valores obtenidos de acuerdo al color canto rodado todos están dentro del intervalo ya mencionados.

COLOR CANTO RODADO	PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES			ROTURA			ft (Kg/cm ²) obtenido	ft (Kg/cm ²)		
			Diámetro (cm)	Altura (cm)	SLUMP	Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)		$f't = 2\sqrt{f'c}$ obtenido	%	
MIXTO	KYSE M-01	12/05/2023	10.00	20.00	3"	19/05/2023	9430	7	30.02	29.94	30.82	97.2%
	KYSE M-02	12/05/2023	10.00	20.00	3"	19/05/2023	9410	7	29.95			
	KYSE M-03	12/05/2023	10.00	20.00	3"	19/05/2023	9380	7	29.86			
	KYSE M-04	12/05/2023	10.00	20.00	3"	26/05/2023	10350	14	32.95	32.47	33.19	97.8%
	KYSE M-05	12/05/2023	10.00	20.00	3"	26/05/2023	10140	14	32.28			
	KYSE M-06	12/05/2023	10.00	20.00	3"	26/05/2023	10110	14	32.18			
	KYSE M-07	12/05/2023	10.00	20.00	3"	9/06/2023	10800	28	34.38	34.73	35.42	98.0%
	KYSE M-08	12/05/2023	10.00	20.00	3"	9/06/2023	10950	28	34.85			
	KYSE M-09	12/05/2023	10.00	20.00	3"	9/06/2023	10980	28	34.95			
AZUL	KYSE A-01	18/05/2023	10.00	20.00	3"	25/05/2023	9540	7	30.37	30.39	31.40	96.8%
	KYSE A-02	18/05/2023	10.00	20.00	3"	25/05/2023	9480	7	30.18			
	KYSE A-03	18/05/2023	10.00	20.00	3"	25/05/2023	9620	7	30.62			
	KYSE A-04	18/05/2023	10.00	20.00	3"	1/06/2023	10540	14	33.55	32.99	34.06	96.9%
	KYSE A-05	18/05/2023	10.00	20.00	3"	1/06/2023	10250	14	32.63			
	KYSE A-06	18/05/2023	10.00	20.00	3"	1/06/2023	10300	14	32.79			
	KYSE A-07	18/05/2023	10.00	20.00	3"	15/06/2023	11220	28	35.71	35.44	36.28	97.7%
	KYSE A-08	18/05/2023	10.00	20.00	3"	15/06/2023	11100	28	35.33			
	KYSE A-09	18/05/2023	10.00	20.00	3"	15/06/2023	11080	28	35.27			
CLARO	KYSE C-01	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	9140	7	29.09	29.04	29.96	96.9%
	KYSE C-02	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	9100	7	28.97			
	KYSE C-03	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	9130	7	29.06			
	KYSE C-04	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	9980	14	31.77	31.69	32.33	98.0%
	KYSE C-05	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	9970	14	31.74			
	KYSE C-06	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	9920	14	31.58			
	KYSE C-07	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	10560	28	33.61	33.74	34.40	98.1%
	KYSE C-08	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	10460	28	33.30			
	KYSE C-09	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	10780	28	34.31			
ROJO	KYSE R-01	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	9710	7	30.91	30.96	31.80	97.4%
	KYSE R-02	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	9740	7	31.00			
	KYSE R-03	16/05/2023	10.00	20.00	3"	23/05/2023	9730	7	30.97			
	KYSE R-04	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	10470	14	33.33	33.82	34.59	97.8%
	KYSE R-05	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	10650	14	33.90			
	KYSE R-06	16/05/2023	10.00	20.00	3"	30/05/2023	10750	14	34.22			
	KYSE R-07	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	11370	28	36.19	36.09	36.67	98.4%
	KYSE R-08	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	11390	28	36.26			
	KYSE R-09	16/05/2023	10.00	20.00	3"	13/06/2023	11250	28	35.81			

Tabla 44: Resistencia a la Tracción a los 7,14 y 28 días. Fuente: Propia

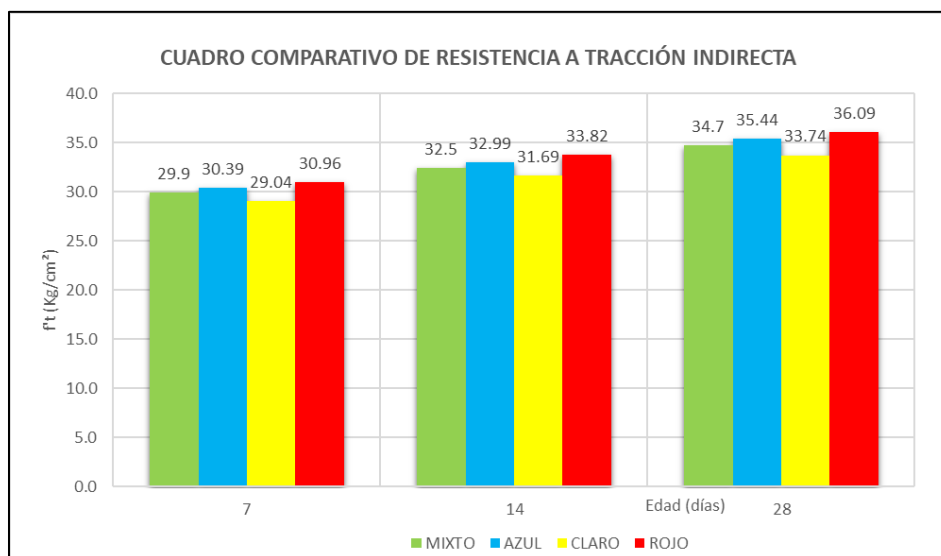


Gráfico 7: Resistencia a la Tracción a los 7,14 y 28 días. Fuente: Propia

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Según la normativa MTC E 709, en resistencia a la flexión debe tener un rango mínimo de 4 a 6 Mpa (40 a 60) kg/cm² por lo que mis resultados cumplen ya que estos pasan el mínimo.

Canto rodado	Fecha llenado	Fecha rotura	Sección			L (cm)	P (Carga) (kgf)	Ubicación falla	Módulo de rotura		% Mr Patron 60.65 kg/cm ²
			a(cm)	b(cm)	d (cm)				kg/cm ²	Prom.	
Mixto	16/05/2023	13/06/2023	25.00	15.10	15.30	50.00	4330	Tercio central	61.25	60.65	100.00%
	16/05/2023	13/06/2023	25.00	15.20	15.40	50.00	4330	Tercio central	60.06		
Azul	18/05/2023	15/06/2023	22.00	15.10	15.30	50.00	4710	Tercio central	66.62	66.73	110.03%
	18/05/2023	15/06/2023	22.00	15.05	15.30	50.00	4710	Tercio central	66.85		
Claro	16/05/2023	13/06/2023	20.00	15.20	15.40	50.00	4230	Tercio central	58.67	59.35	97.85%
	16/05/2023	13/06/2023	20.00	15.05	15.30	50.00	4230	Tercio central	60.03		
Rojo	16/05/2023	13/06/2023	17.00	15.10	15.30	50.00	5000	Tercio inicial	72.14	72.14	118.94%
	16/05/2023	13/06/2023	17.00	15.10	15.30	50.00	5000	Tercio inicial	72.14		

Tabla 45: Resistencia a la Flexión a los 28 días. Fuente: Propia

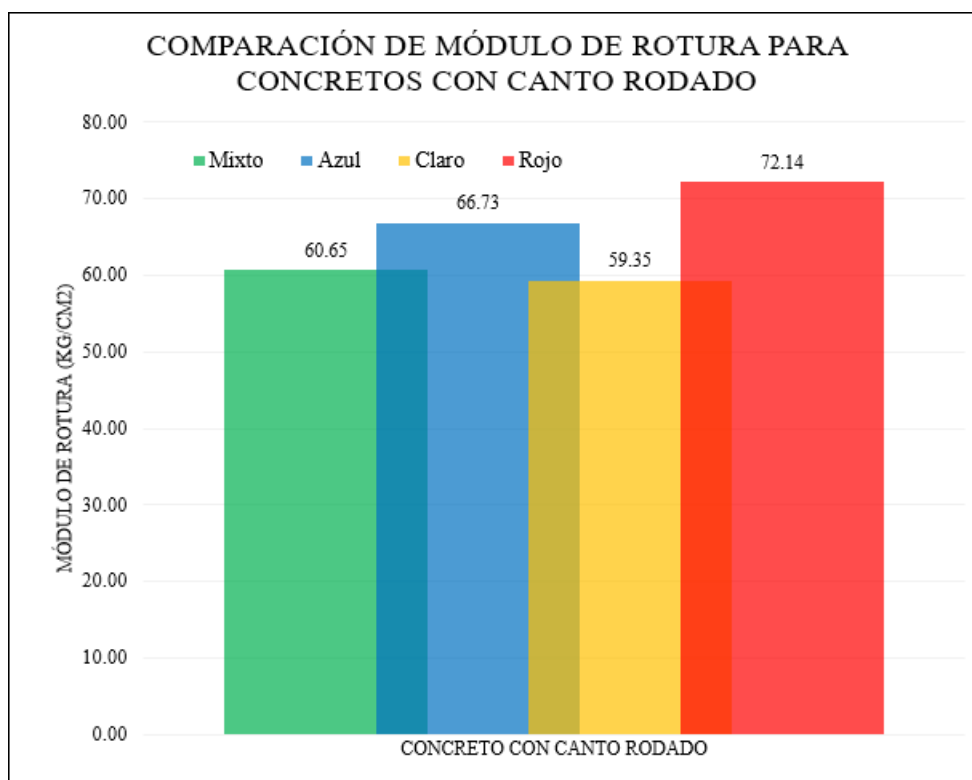


Gráfico 8: Resistencia a la Flexión 28 días. Fuente: Propia

MÓDULO DE ELASTICIDAD

En la E 060, apartado 8.5 módulo de elasticidad nos proporciona la siguiente formula $E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$ el cual está en Mpa entonces al reemplazar según nuestros resultados en resistencia a la compresión en la muestra de color mixto 265665.20, rojo es 275028.18, claros es 257969.47 y azul es 272112.5686 por ende los resultados cumplen con la normativa porque al compararlos con los resultados de módulo de elasticidad los resultados son similares.

MUESTRA A01	IDENTIFICACION	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_{sa} (Kg/cm ²)	Esfuerz o S2 (40% σ_{sa}) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_w Kg/cm ²	Promedio E_{sa} Kg/cm ²
01	KYSE MIXTO - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	315.80	126	6.92284	0.000790	266560	265373.51
02	KYSE MIXTO - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	310.20	124	5.46657	0.001009	264187	
03	KYSE ROJAS - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	334.20	134	5.62354	0.007915	274217	274503.24
04	KYSE ROJAS - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	335.60	134	36.78140	0.000132	274790	
05	KYSE CLAROS - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	295.80	118	5.99936	0.000844	257982	258113.64
06	KYSE CLAROS - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	296.40	118	5.85245	0.000844	258244	
07	KYSE AZULES - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	329.50	134	5.13572	0.000841	272282	271930.87
08	KYSE AZULES - $f'_{cc}=280$ kg/cm ²	16/05/2023	13/06/2023	28	327.80	131	5.71964	0.000807	271578	

Tabla 46: Módulo de elasticidad a los 28 días. Fuente: Propia

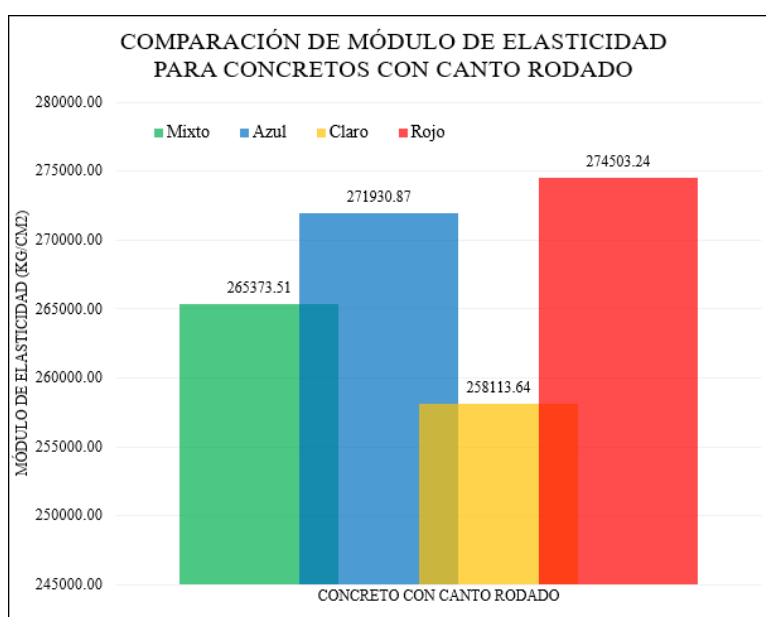


Gráfico 9: Módulo de elasticidad 28 días. Fuente: Propia

MÓDULO DE POISSÓN

Según a la ASTM C 469 un concreto como material debe de tener un coeficiente de Polisión entre los rangos de 0.15 y 0.25, las variaciones de este valor entre las muestras están relacionadas entre la deformación longitudinal y transversal.

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	ρ_c (Kg/cm ³)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_s)$	ϵ Unitaria Transv.	V	Promedio V
01	KYSE MIXTO - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	313.70	125	0.40410	0.004014	0.00011697	0.2046342	0.206139
02	KYSE MIXTO - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	312.80	125	0.60426	0.000790	0.00011697	0.2076442	
03	KYSE ROJAS - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	333.50	133	5.63471	0.000790	0.00010026	0.2345043	0.229731
04	KYSE ROJAS - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	334.60	134	0.89898	0.003057	0.00010026	0.2249584	
05	KYSE CLAROS - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	296.90	119	1.70725	0.004709	0.00011697	0.1964832	0.198172
06	KYSE CLAROS - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	297.20	119	6.49538	0.000824	0.00010026	0.1998625	
07	KYSE AZULES - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	328.80	132	5.83240	0.000937	0.00011697	0.2144564	0.214486
08	KYSE AZULES - $f_{cc}=280$ kg/cm ²	24/10/2022	21/11/2022	28	330.80	132	5.75721	0.000922	0.00010026	0.2145172	

Tabla 47: Módulo de Poisson. Fuente: Propia

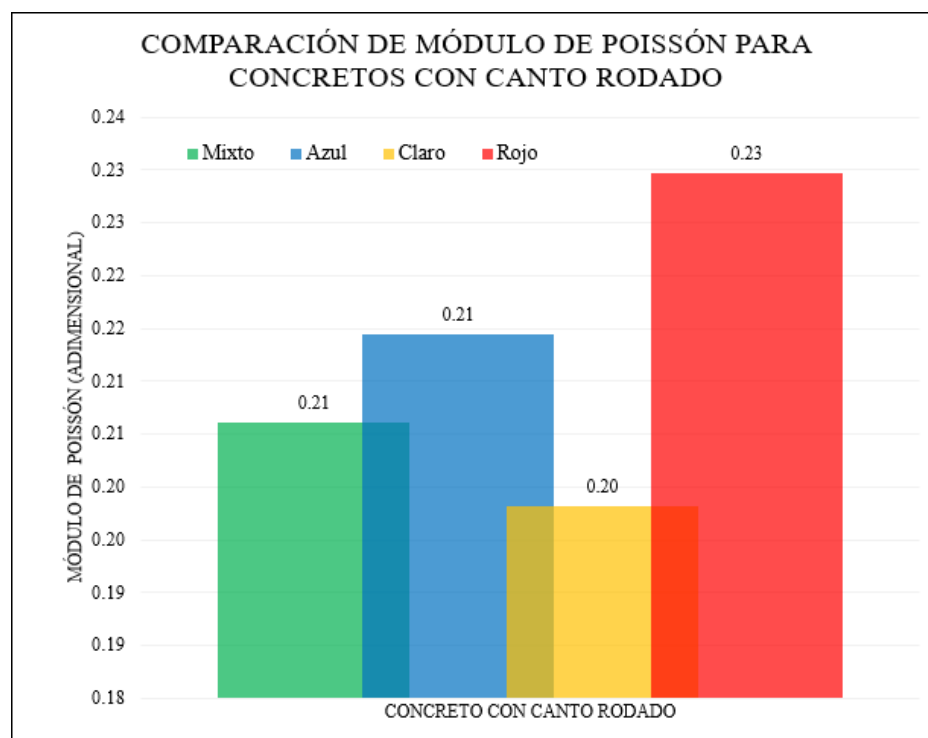


Gráfico 10: Módulo de Poisson. Fuente: Propia

DURABILIDAD DEL CONCRETO

ABRASIÓN DEL CONCRETO

En la ASTM C944 la cual mide la resistencia a la abrasión del concreto para concretos de alta resistencia al desgaste su pérdida de masa esta entre 0.02% y 0.10% por ende el concreto realizado con el canto rodado mixto y rojo son de alta resistencia.

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Canto Rodado Claro, fc 280 kg/cm ²	29/05/2023	26/06/2023	28	2	3	98	892	889	3.27	0.367
M-3	Canto Rodado Rojo, fc 280 kg/cm ²	29/05/2023	26/06/2023	28	2	3	98	894	893	0.47	0.053
M-5	Canto Rodado Azul, fc 280 kg/cm ²	29/05/2023	26/06/2023	28	2	3	98	934	931	2.76	0.296
M-7	Canto Rodado Mixto, fc 280 kg/cm ²	29/05/2023	26/06/2023	28	2	3	98	949	948	0.58	0.061

Tabla 48: Abrasión del concreto a los 28 días. Fuente: Propia

PENETRACIÓN DE ION CLORURO EN EL CONCRETO

Según la ASTM C 1202 se considera una penetración de ion cloruro muy baja cuando está en el rango 100 – 1000 (COULOMBS) por ende los resultados están en el rango muy bajo por que el mixto sale con un promedio de 127.39 coulombs, Rojo un promedio de 131.69 coulombs, Azul un promedio de 134.81 coulombs y el claro un promedio de 137.03 coulombs.

TIEMPO	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)			
	MIXTO	ROJO	AZUL	CLARO
0	0.00659	0.00665	0.00676	0.00688
30	0.0066	0.00677	0.00687	0.00691
60	0.006615	0.0067925	0.0069	0.0069475
90	0.006635	0.0068225	0.00694	0.0069975
120	0.00667	0.006875	0.00701	0.007085
150	0.00671	0.006935	0.00709	0.007185
180	0.006755	0.0070025	0.00718	0.0072975
210	0.006805	0.0070775	0.00728	0.0074225
240	0.00686	0.00716	0.00739	0.00756
270	0.00692	0.00725	0.00751	0.00771
300	0.006985	0.0073475	0.00764	0.0078725
330	0.007055	0.0074525	0.00778	0.0080475

Tabla 49: Intensidad de corriente en la penetración de ion cloruro. Fuente: Propia

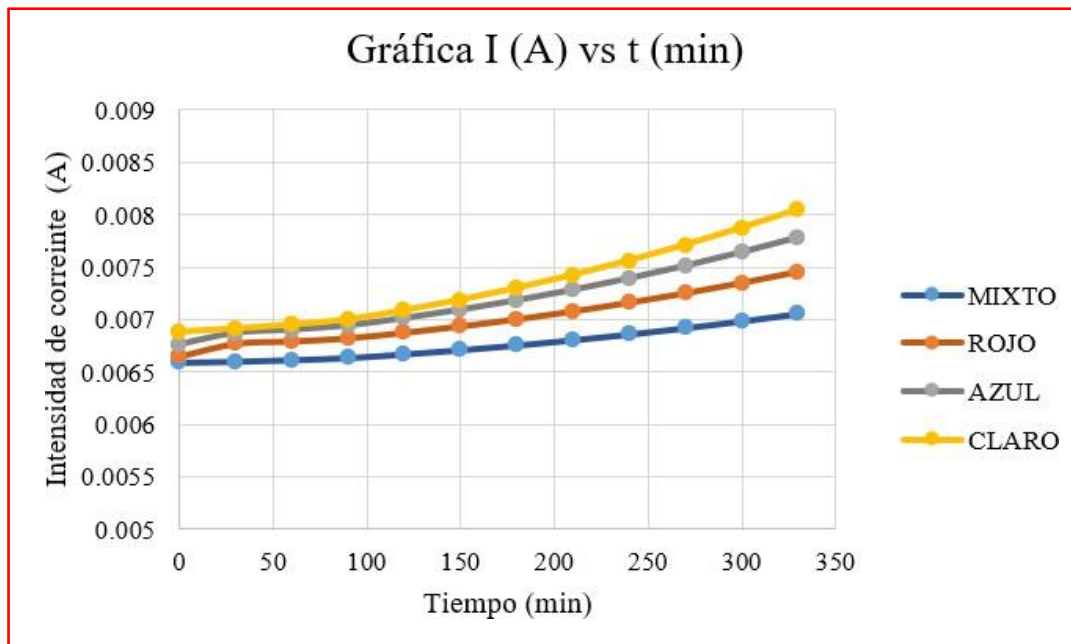


Gráfico 11: Intensidad de corriente vs tiempo en muestras de concreto. Fuente: Propia

DISCUSIÓN

MINEROLOGÍA

COLOR DE ROCA	NOMBRE DE ROCA	TIPO DE ROCA	DUREZA	TENACIDAD	TAMAÑO DE GRANO	COMPOSICION MINEROLOGICA
AZUL	Gabro	IGNEA	7	fragil	Grano medio	piroxenos, anfíbolos y plagioclasas cálcicas
ROJO	Gabro alterado por hierro	IGNEA	8	fragil	Grano medio	Hierro, piroxenos, anfíbolos y plagioclasas cálcicas
CLARO	Cuarcita	METAMORFICA	6	fragil	mediano grueso	Cuarzo, biorita, feldespato, clorita, granate y anfíbol

Tabla 50: Clasificación Mineralógica Fuente: propia

La roca con más dureza es el rojo que tiene de nombre gabro, pero este está alterado por hierro por ende es su color rojo y se considera muy fuerte por el hecho que tiene una dureza de 8, el rojo y el azul son rocas ígneas que tiene grano medio con esto quiero decir que son más durables, por otro lado, la cuarcita es mayormente de colores claros como el blanco y amarillo que cuenta con una dureza de 7, esto se verá reflejado en los resultados de más adelante.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO

La muestra que fue más resistente al desgaste fue la del color rojo ya que tuvo un porcentaje de 18.0% de desgaste por abrasión, estos resultados se verán reflejado en los ensayos como los de la resistencia a la compresión o tracción ya que deberá resistir más, y el que menos resistirá es el claro tal que tuvo menor porcentaje.

MUESTRA	- % de desgaste por abrasión	- % de uniformidad
CLARO	30.8	0.5
ROJO	18.0	0.5
AZUL	19.6	0.5
MIXTO	25.2	0.5

Tabla 51: Resistencia a la abrasión de Agregado grueso Fuente: Propia

RESISTENCIA ANTE LOS SULFATOS DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

Este ensayo me ayudo a ver si mis muestras están dentro lo que manda la normativa E0.060 y los valores se encuentran dentro del rango de esta normativa.

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE AGUA				
M	P.H	SALES TOTALES P.P.M	CLORUROS P.P.M	SULFATOS P.P.M
AZUL	6.9	512.0	184.0	306.0
ROJA	7.2	499.2	192.3	231.0
MIXTO	6.8	448.0	281.9	127.4
CLARO	7.1	435.2	210.9	191.3
ARENA	7.3	344.3	123.6	158.7

Tabla 52: Resistencia a los sulfatos del agregado fino y grueso Fuente: propia

INFLUENCIA DEL CANTO RODADO EN EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ASENTAMIENTO

En el siguiente grafico se muestra el asentamiento para cada diseño de mezcla para cada color de canto rodado de mar tales como el mixto, azul, claro y rojo. Se observa que en la muestra patrón (mixto) a comparación con el azul y claro estos aumentan, pero el rojo tiene un asentamiento menor al del patrón, por ende, el concreto que se hace con el azul y claro es más trabajable.

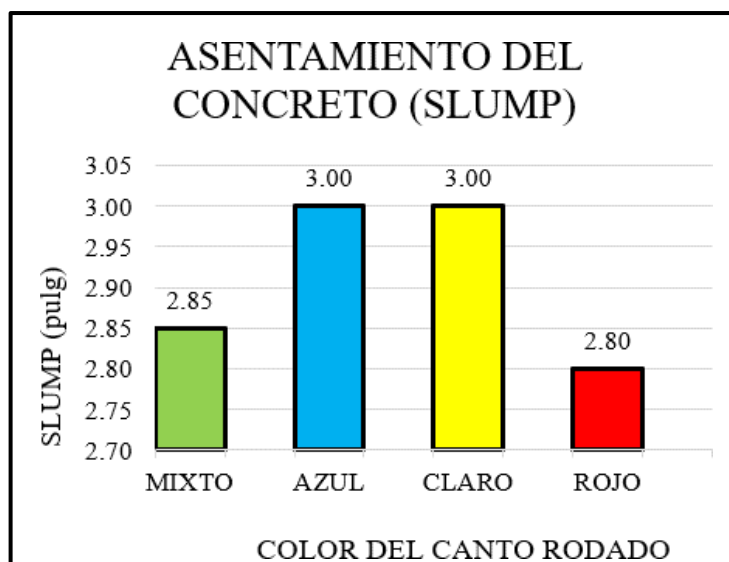


Gráfico 12: asentamiento del concreto. Fuente: Propia

Según los resultados obtenidos el rojo tiene menor trabajabilidad y según [31] eso debe que el agregado es de perfil esférico y suavizado, por ende, se deduce que de este color su agregado hay mayor cantidad de perfil esférico y a la vez suavizado por eso sale una trabajabilidad y consistencia menor a la del patrón.

PESO UNITARIO

existe una gran diferencia del concreto patrón (Mixto) con los demás colores de canto rodado como el azul que aumento su peso un 33.26, luego está el claro con una diferencia de 28.01 y el ultimo color de canto rodado seleccionado es el rojo con un aumento de 20.66 del peso unitario de la muestra patrón (mixto).

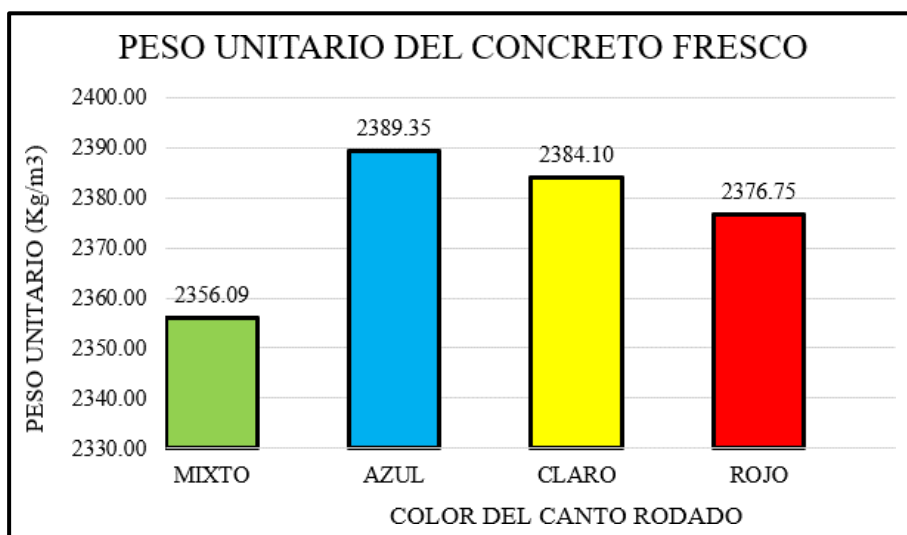


Gráfico 13: peso unitario del concreto. Fuente: Propia

Los valores obtenidos según la gráfica se encuentran dentro del rango que establece [32] por ende el canto rodado seleccionado por los colores azules, claro, rojo y mixto (patrón) no alguna interferencia negativa en el peso unitario.

CONTENIDO DE AIRE

Para el contenido de aire en la muestra patrón es 1.60% a comparación con el canto rodado color rojo (gabro alterado) tiene un porcentaje de 1.75% se puede observar según el gráfico que existe una variación de 0.15%.

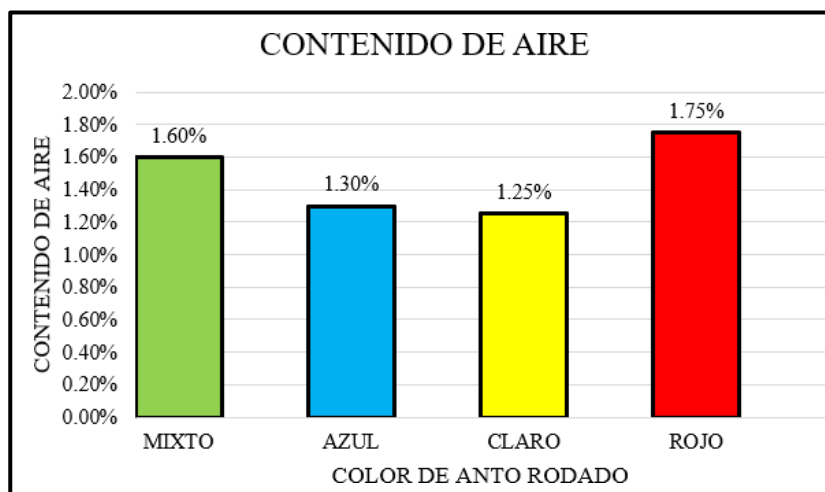


Gráfico 14: Contenido de aire. Fuente: Propia

TEMPERATURA

Observando el gráfico, el mixto (patrón) tiene un valor de 26.00 °C que es un valor similar al claro y rojo con 26.20°C y 26.40°C respectivamente y el azul con 25.60°C, todos los valores están debajo del máximo permitido.

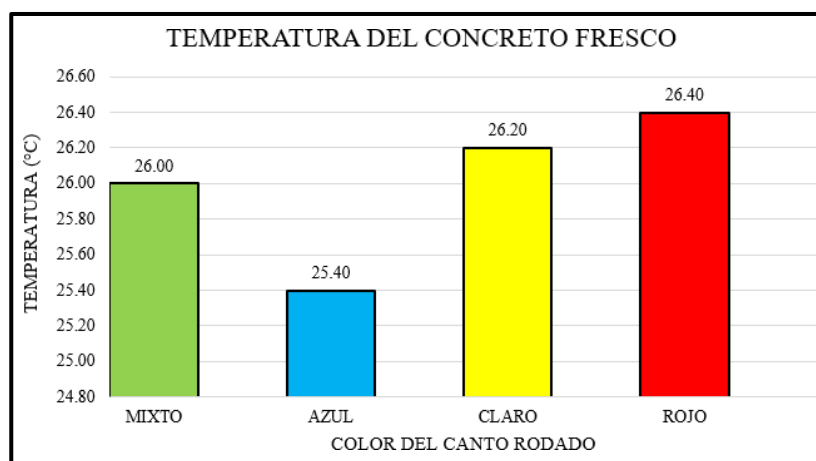


Gráfico 15: temperatura del concreto fresco. Fuente: Propia

Según [32] la temperatura de un concreto en climas cálidos debería de estar entre 10 y 29°C por lo que al observar la gráfica estos se encuentran en el rango establecido.

INFLUENCIA DEL CANTO RODADO EN EL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DE EDAD

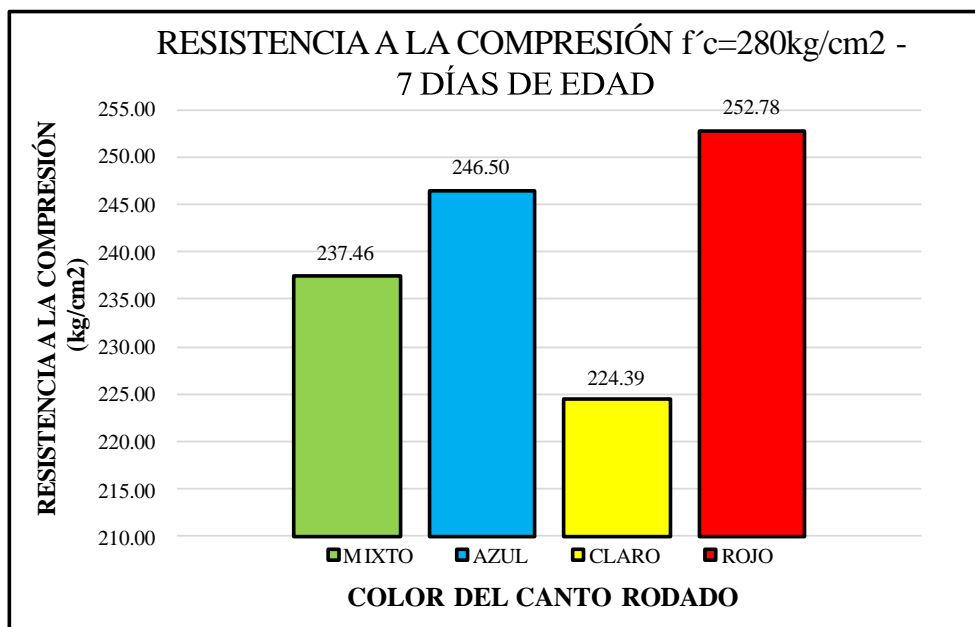


Gráfico 16: resistencia a la compresión a los 7 días . Fuente: Propia

La influencia que el canto rodado según su color a la edad de 7 días es la siguiente: el concreto con canto rodado de color claro no llegó a la resistencia obtenida por el diseño de mezcla patrón (mixto), a comparación del rojo que supera la resistencia en 4.9% al concreto con canto rodado mixto.

En [31] al usar canto rodado a los 7 días obtuvo un 81.33% de la resistencia este resultado se asemeja al obtenido por el canto rodado rojo que es de un 80.6% y en azul 78.6% por ende concuerdo con su resultado obtenido a los 7 días, pero en [32] a los 7 días de su creación del concreto con canto rodado es de 66.03% es un resultado no muy favorable al igual que en esta investigación el canto rodado de color claro con un 71.5% que se obtuvo una resistencia menor al concreto patrón es un valor mayor que al de [35]

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE EDAD

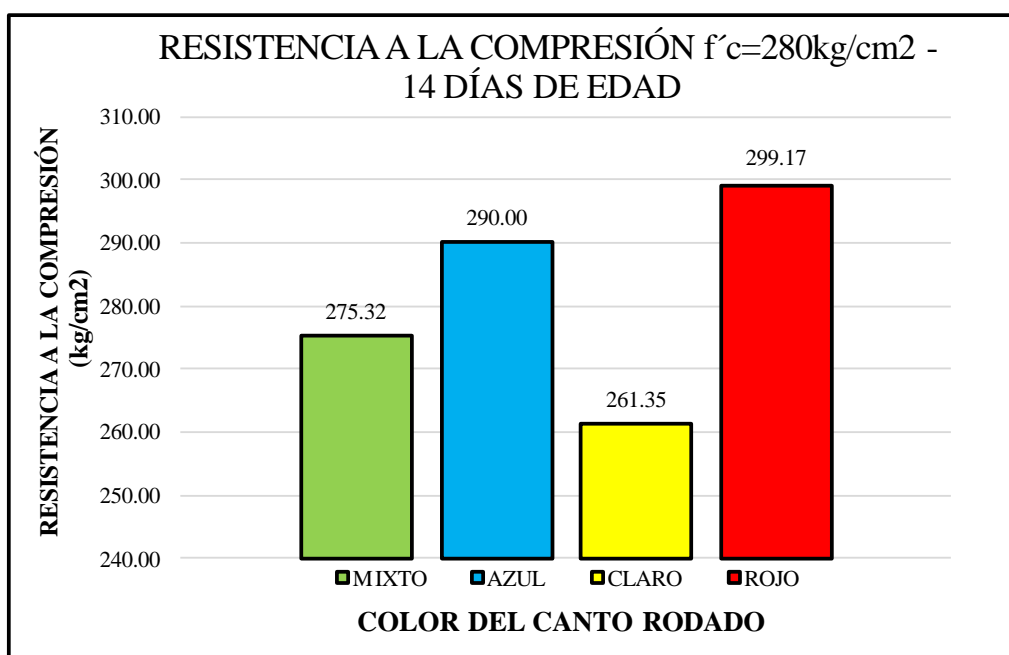


Gráfico 17: resistencia a la compresión a los 14 días . Fuente: Propia

A los 14 días el concreto patrón(mixto) obtuvo un 87.8% por ende el concreto de canto rodado de color claro sigue estado con un valor por debajo del patrón, pero el color azul con un 92.5% y el rojo con 95.4% superan al concreto patrón El valor obtenido en el color claro el concreto es muy parecido al de [31] el cual a los 14 días obtuvo un 83.17% que como ya se dijo es un valor que está por debajo del patrón, pero en [32] a los 14 días obtuvo un valor de 91% que es un valor parecido a concreto creado con el canto rodado azul y el resultado del concreto rojo que es la mayor resistencia de los 3 otros concretos se asemeja al valor obtenido en [37] ya que le sale un valor de 94% a los 14 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD

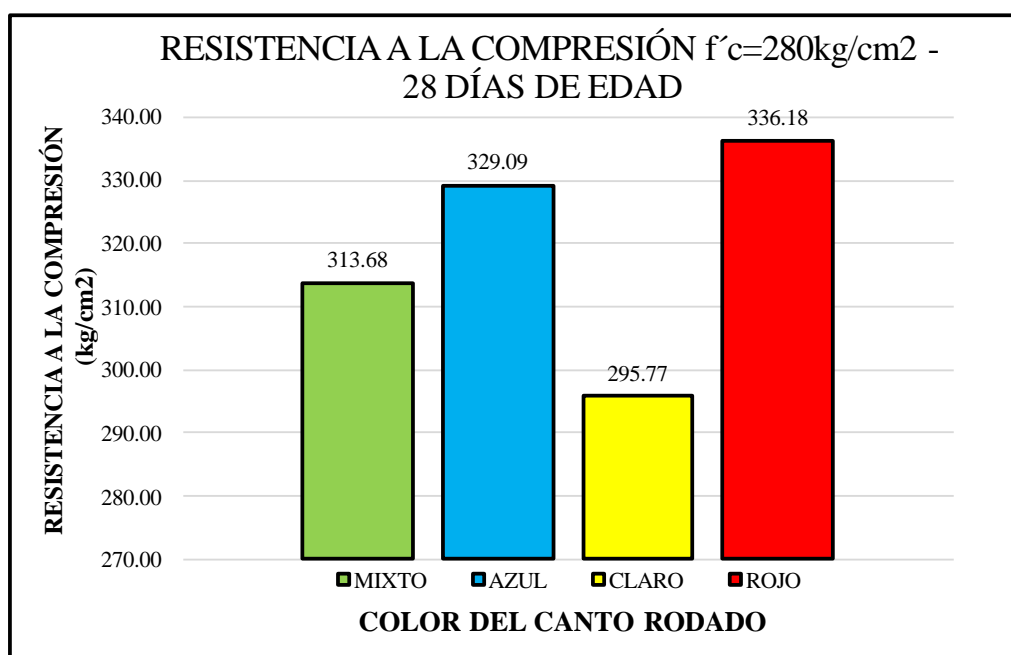


Gráfico 18: resistencia a la compresión 28 días. Fuente: Propia

A los 28 días, el patrón concreto alcanzó su resistencia máxima, mientras que los concretos con canto rodado azul y rojo la superaron. Por otro lado, el concreto de color claro quedó en un 94,3% y no logró igualar al patrón mixto. Los concretos con mayor resistencia a la compresión fueron los de canto rodado azul y rojo. Según Gilkey y Walker, la resistencia del concreto depende del perfil, textura, resistencia y dureza del agregado [32]. Se recomienda el uso de agregados gruesos como cuarcita, cuarzo o gabro, siendo este último el que ofrece mejores propiedades elásticas. El canto rodado azul, que es gabro, tuvo una resistencia del 104.9%, y el rojo, que es gabro alterado, llegó al 107.3%. Además, se señala que el perfil redondeado del agregado ayuda en su alojamiento [32].

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

En la resistencia a la tracción al igual que en la resistencia a la compresión el concreto con canto rodado de color claro o llega a la resistencia requerida pero los colores azul y rojo superan al mixto, siendo el rojo el que tiene mayor resistencia en tracción.

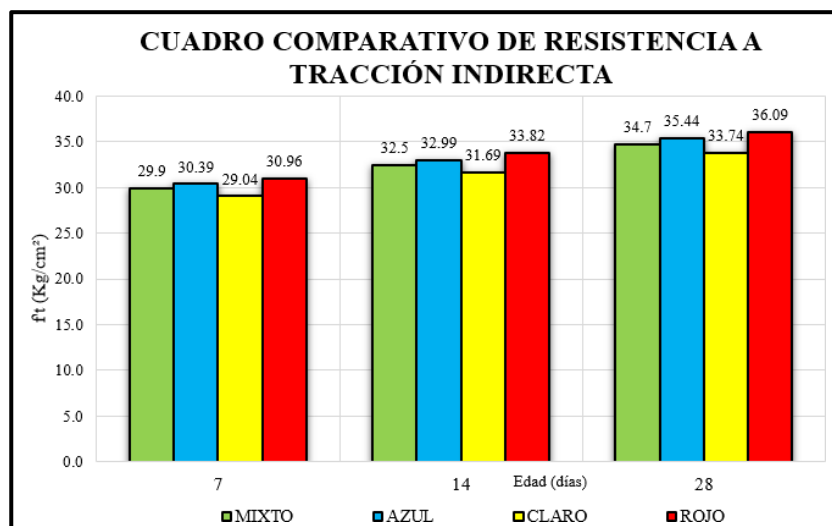


Gráfico 19: resistencia a la tracción indirecta. Fuente: Propia

Como ya se vio antes en la resistencia a la compresión siguen el mismo orden de resultados en la resistencia a la tracción por ende estos resultados dependen mucho según [32] de la forma que tiene los agregados su textura, este autor también indica que el perfil redondeado por ende estos agregados se acomodan mejor ante el concreto

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

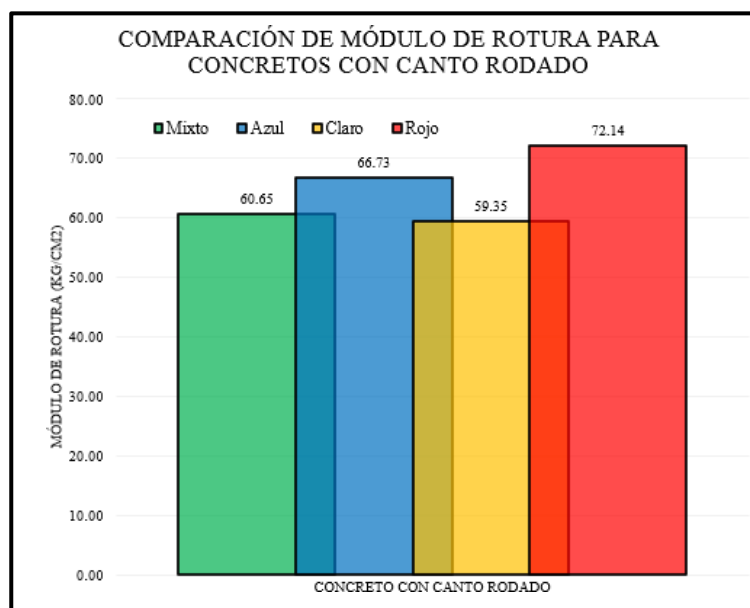


Gráfico 20: módulo de rotura para el concreto . Fuente: Propia

La resistencia a la flexión tiene resultados similares a los de la resistencia a la compresión y tracción siendo el rojo el predominante y el que mejor resistencia obtuvo en la resistencia a la flexión eso se debe a que el agregado se su uso tuvo un mejor comportamiento por su redondeado eso nos dice el autor [32] y también nos dice que esos resultados se deben a que el agregado es gabra.

ENSAYO DE ABRASIÓN AL CONCRETO

El concreto con canto rodado mixto (patrón) tuvo un valor de 0.58, mientras que el rojo obtuvo 0.47, lo que es inferior al del patrón. Sin embargo, el concreto rojo demostró una buena resistencia en términos de tracción, compresión y flexión.

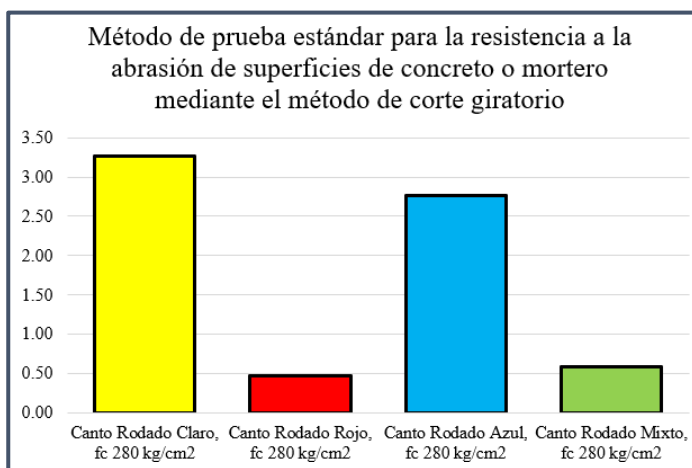


Gráfico 21: abrasión del concreto . Fuente: Propia

PENETRACIÓN DE ION CLORURO

Se realizó el ensayo de penetración de ion cloruro, y todos los resultados indicaron una penetración muy baja. Según [33], esto sugiere que el concreto es muy resistente a los cloruros, aunque estos puedan intentar infiltrarse, lo que llevaría mucho tiempo.

Vemos que el claro tiene a presentar un mayor valor de penetración, por lo tanto, indica que el agregado es más poroso y tiende a ser menor resistente en comparación con los otros grupos

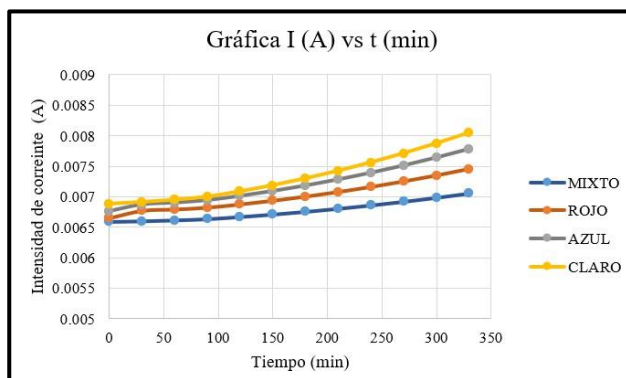


Gráfico 22: penetración de ion cloruro. Fuente: Propia

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Para realizar el análisis de factibilidad económica se presupuestó el costo de lo que conllevaría elaborar un m³ de concreto de f'c 280 kg/cm² con canto rodado, para ello se hizo un análisis de costo unitarios extrayéndose el precio de los materiales de las revistas costos actualizada al año 2023.

Partida:	Extracción de material en estado natural					
Rendimiento:	20	m ³ /día				
				Costo Total		16.22
	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	P. Parcial
	MANO DE OBRA					6.22
	Peón	hh	1	0.40	15.56	6.22
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS					10.00
	Zaranda	und		1.00	3.00	3.00
	Saquetas Plásticas	und		14.00	0.50	7.00

*Tabla 53: Análisis de costo unitario -Extracción de material en estado natural
Fuente: propia*

Partida:	Transporte material en estado natural					
Rendimiento:	20	m ³ /día				
				Costo Total		9.24
	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	P. Parcial
	MANO DE OBRA					4.24
	Operador de equipo Pesado	hh	0.5	0.20	21.19	4.24
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS					5.00
	Volquete	hm	0.5	0.20	25.00	5.00

*Tabla 54: Análisis de costo unitario -Transporte material en estado natural
Fuente: propia*

Partida:	Tratamiento de material en estado natural					
Rendimiento:	5	m ³ /día				
				Costo Total		71.24
	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	P. Parcial
	MANO DE OBRA					53.14
	Operario	hh	0.1	0.16	20.94	3.35
	Peón	hh	2	3.20	15.56	49.79
	MATERIALES Y INSUMOS					16.50
	Agua dulce	m ³		3.00	1.50	4.50
	Depositos	und		4.00	3.00	12.00
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS					1.59
	Herramientas manuales	%MO		3.00	53.14	1.59

*Tabla 55: Análisis de costo unitario -Tratamiento de material en estado natural
Fuente: propia*

Luego de realizar el análisis de costo unitario por partidas se presupuestó por m3 de concreto para cada canto rodado obteniéndose lo siguiente

Partida:		Diseño f'c 280 con agregado mixto		Costo Total		362.29
Rendimiento:		25 m3/día				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	P. Parcial	
MANO DE OBRA						65.32
Operario	hh	2	0.64	20.94	13.40	
Oficial	hh	2	0.64	18.89	12.09	
Peón	hh	8	2.56	15.56	39.83	
MATERIALES						286.41
Cemento Portland	bls		10.47	19.41	203.22	
Arena gruesa	m3		0.354	45.61	16.15	
Agregado grueso mixto extraído	m3		0.677	96.70	65.47	
Agua	m3		0.197	7.99	1.57	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.56
Herramientas manuales	%MO		3.00	65.32	1.96	
Vibrador de concreto	hm	1	0.32	10.88	3.48	
Mezclador tipo trompo	hm	1	0.32	15.99	5.12	

Tabla 56: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado mixto
Fuente: propia

Partida:		Diseño f'c 280 con agregado azul		Costo Total		364.51
Rendimiento:		25 m3/día				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	P. Parcial	
MANO DE OBRA						65.32
Operario	hh	2	0.64	20.94	13.40	
Oficial	hh	2	0.64	18.89	12.09	
Peón	hh	8	2.56	15.56	39.83	
MATERIALES						288.63
Cemento Portland	bls		10.47	19.41	203.22	
Arena gruesa	m3		0.355	45.61	16.19	
Agregado grueso azul extraído	m3		0.700	96.70	67.69	
Agua	m3		0.191	7.99	1.53	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.56
Herramientas manuales	%MO		3.00	65.32	1.96	
Vibrador de concreto	hm	1	0.32	10.88	3.48	
Mezclador tipo trompo	hm	1	0.32	15.99	5.12	

Tabla 57: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado azul
Fuente: propia

Partida:		Diseño f'c 280 con agregado claro		Costo Total		363.41
Rendimiento:		25 m3/día				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	P. Parcial	
MANO DE OBRA						65.32
Operario	hh	2	0.64	20.94	13.40	
Oficial	hh	2	0.64	18.89	12.09	
Peón	hh	8	2.56	15.56	39.83	
MATERIALES						287.53
Cemento Portland	bls		10.47	19.41	203.22	
Arena gruesa	m3		0.356	45.61	16.24	
Agregado grueso claro extraído	m3		0.688	96.70	66.53	
Agua	m3		0.193	7.99	1.54	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.56
Herramientas manuales	%MO		3.00	65.32	1.96	
Vibrador de concreto	hm	1	0.32	10.88	3.48	
Mezclador tipo trompo	hm	1	0.32	15.99	5.12	

Tabla 58: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado claro
Fuente: propia

Partida:	Diseño f'c 280 con agregado rojo					
Rendimiento:	25 m3/día					
				Costo Total		364.65
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unit	P. Parcial	
MANO DE OBRA						65.32
Operario	hh	2	0.64	20.94	13.40	
Oficial	hh	2	0.64	18.89	12.09	
Peón	hh	8	2.56	15.56	39.83	
MATERIALES						288.77
Cemento Portland	bls		10.47	19.41	203.22	
Arena gruesa	m3		0.357	45.61	16.28	
Agregado grueso rojo extraído	m3		0.700	96.70	67.69	
Agua	m3		0.197	7.99	1.57	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						10.56
Herramientas manuales	%MO		3.00	65.32	1.96	
Vibrador de concreto	hm	1	0.32	10.88	3.48	
Mezclador tipo trompo	hm	1	0.32	15.99	5.12	

Tabla 59: Análisis de costo unitario -Diseño f'c 280 con agregado rojo
Fuente: propia

Según el análisis de rentabilidad desarrollado se observa que para elaborar un m3 de concreto con canto rodado mixto (patrón) se gastara S/.362.29 obteniéndose un f'c = 313.68kg/cm2 no obstante para desarrollar un concreto con canto rodado rojo (gabro alterado) se necesitara S/.364.65 obteniéndose un f'c = 336.18 kg/cm2 incrementando en 7.2% más la resistencia a compresión respecto al patrón

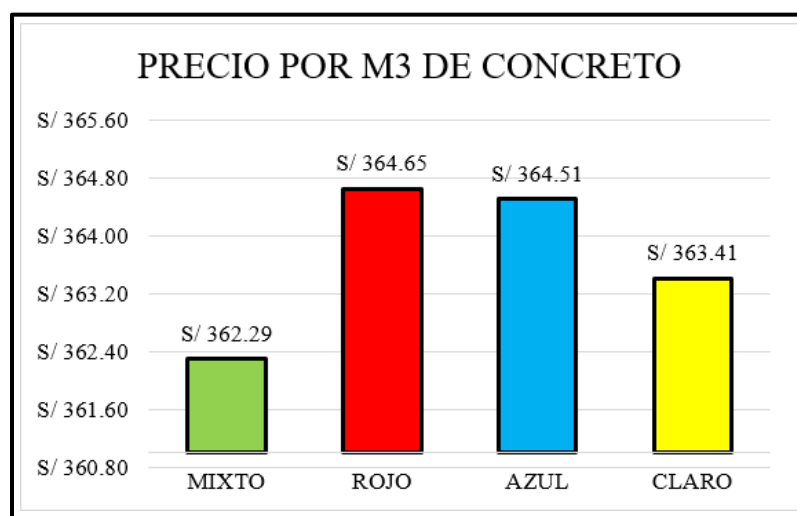


Gráfico 23: Resumen de precio unitario – precio por m3 de concreto.

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

- Se evaluó el uso del canto rodado en un concreto de $f'c$ 280 obteniéndose lo siguiente, el concreto patrón (Mixto) desarrollo una resistencia a los 28 días de $f'c= 313.68\text{kg/cm}^2$, $f't= 34.7\text{kg/cm}^2$ y $MR=60.65\text{kg/cm}^2$ con un porcentaje de desgaste de 0.58%, mientras, el concreto elaborado con canto rodado rojo(gabro alterado) presentó mejores resultados alcanzando un $f'c=336.18\text{kg/cm}^2$, $f't= 36.09\text{kg/cm}^2$ y $MR=72.14 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de desgaste de 0.47%; cabe recalcar que todas las muestras cumplen con los requisitos mínimos para su uso en pavimentos establecidos por el MTC.
- Se seleccionó 3 grupos experimentales de canto rodado (Azul, Rojo y Claro) manteniendo constante su forma ovalada y un TMN de $\frac{3}{4}$, obteniéndose de la caracterización realizada los siguientes resultados:

COLOR DE ROCA	NOMBRE DE ROCA	TIPO DE ROCA	DUREZA	TENACIDAD	TAMAÑO DE GRANO	COMPOSICION MINEROLOGICA
AZUL	Gabro	IGNEA	7	fragil	Grano medio	piroxenos, anfíbolos y plagioclasas cálcicas
ROJO	Gabro alterado por hierro	IGNEA	8	fragil	Grano medio	Hierro, piroxenos, anfíbolos y plagioclasas cálcicas
CLARO	Cuarcita	METAMORFICA	6	fragil	mediano grueso	Cuarzo, biorita, feldespato, clorita, granate y anfíbol

- Se elaboró el diseño de mezcla según el método ACI para un $f'c$ especificado de 364 kg/cm^2 , realizándose en primer lugar los ensayos correspondientes a los agregados. La arena gruesa fue obtenida de la cantera La victoria, la cual cumplió con los requisitos necesarios, así mismo, el agregado grueso fue reemplazado por canto rodado de mar extraído de la playa media luna – puerto Eten cumpliendo con la normativa empleada, no obstante, este tuvo que pasar por un tratamiento previo con el fin de disminuir la cantidad sales y cloruros presentes en él.
- El canto rodado en la resistencia tiene un efecto positivo ya que al hacer las pruebas correspondientes el que mayor valor obtuvo es el canto rodado de material ígneo como es el gabro alterado color rojo y gabro normal de color azul
- Según el análisis económico resulta conveniente elaborar concreto con canto rodado rojo (gabro alterado) dado que este presenta los mejores resultados y se gastara S/. 364.65 por m^3 sin embargo el concreto con canto rodado mixto conllevara un gasto de S/.362.29 por m^3 .

RECOMENDACIONES

- Para una mejor caracterización cuantitativa de las rocas, se recomienda realizar el ensayo de Difracción de Rayos X, ya que esto dará resultados exactos de la mineralogía del canto rodado.
- Se deja como trabajo a otros investigadores evaluar el efecto del canto rodado en concretos con distintos $f'c$ especificados, así como, diferentes grupos de colores asociados a su mineralogía y otros tamaños máximos nominales.
- Es recomendable usar este material en caso de emergencia, como, por ejemplo, en una obra donde el agregado a utilizar ya se terminó, y resulta factible la utilización de canto rodado de mar en su remplazo, no obstante, esta propuesta deberá evaluarse técnica y económicamente.
- Sugerencias para investigaciones adicionales que profundicen en los impactos ambientales y soluciones para otros recursos naturales no metálicos, así también Propuestas para mejorar la regulación ambiental, promover la extracción responsable y fomentar la restauración de los ecosistemas.

REFERENCIAS

- [01] 20 minutos. “Cómo afecta el mal estado de las carreteras en nuestra seguridad”. Motor y movilidad, 2018. Disponible en: <https://cutt.ly/gN725Fu>
- [02] M. Miranda, A. Vidal y F. P. Santiago. “El 60% de los caminos en Chile no está pavimentado y regiones VIII y IX lideran déficit”. Histórico, 2017. Disponible en: <https://cutt.ly/sN7NceV>
- [03] RPP Noticias. “Ciudades del Perú no están diseñadas para personas con discapacidad”. RPP Noticias, 2020. Disponible en: <https://cutt.ly/RN5yGk0>
- [04] Defensoría del pueblo. “Exigimos a Municipalidad de Huamanga pavimentar vías principales para evitar accidentes de tránsito”. Defensoría del pueblo, 2019. Disponible en: <https://cutt.ly/JN5uAAG>
- [05] Gobierno Regional de Lambayeque, “Prospectiva Territorial de Lambayeque al 2030”, Gobierno Regional de Lambayeque, Perú, Informe técnico, 1st ed., 2017. [En línea]. Disponible en: <https://cutt.ly/0Bs8CzX>
- [06] Instituto Nacional De Defensa Civil, “*Plan de prevención ante desastres: Uso del suelo y medidas de mitigación Ciudad de puerto Eten*”, Perú, Informe Técnico,051, 2003. [En línea]. Disponible en: <https://cutt.ly/ON5k1ur>
- [07] C. A. López López y M. D. Moran Delgado, “Optimización de diseño y producción de hormigón Hidráulico de resistencias $f'c = 210, 240, 280 \text{ kg/cm}^2$ en planta dosificadora con diferente índole de agregados gruesos”, Tesis pregrado, Guayaquil, Universidad de Guayaquil, Ecuador, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44416>
- [08] Mahmood Naderi y Alireza Kaboudan, “Experimental study of the effect of aggregate type on concrete strength and permeability”, *ScienceDirect*, vol. 37, May 2021. [Online]. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220335609>

- [09] S. Dip Datta, H. Rahman Sobuz, A. S. Mohammad Akid and S. Islam, “Influence of coarse aggregate size and content on the properties of recycled aggregate concrete using non-destructive testing methods” *ScienceDirect*, vol. 61, Dec 2022. [Online]. Available in <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710222012554>
- [10] L. F. Guille Flores y I. M. Llerena Tinoco, “Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto”, Tesis pregrado, Lima, Universidad Ricardo Palma, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3711>
- [11] D. M. Burgos Ascoy, “Estudio comparativo de la resistencia de compresión y durabilidad del concreto usando agregado grueso de perfil redondeado y agregado grueso de perfil angular”, Tesis pregrado, Trujillo, Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12377>
- [12] Y. Romero Vargas, “Análisis comparativo entre el agregado grueso angular y canto rodado para la elaboración de un concreto autocompactante de $f_c = 280$, Huaraz Ancash 2020”, Tesis pregrado, Huaraz, Universidad Cesar Vallejo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77796>
- [13] C. G. Pajares Chiroque y R. M. Zamora Ternero, “Análisis comparativo de agregados liso y perfilado con aditivo sikament®tm-140 en el diseño de concreto alta resistencia, Lambayeque”, Tesis pregrado, Pimentel, Universidad Señor de Sipán, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6426>

- [14] C. Cubas Pérez y N. N. Tafur Campos, “Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos”, Tesis pregrado, Lambayeque, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8395>
- [15] C. J. Pizarro Santisteban, “Evaluación de las propiedades de pavimentos de bajo tránsito elaborados con concreto reciclado en Lambayeque, 2019”, tesis pregrado, Chiclayo, Universidad de Chiclayo, Perú, 2021 [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/1037>
- [16] Ministerio de transportes y Comunicaciones, Manual de ensayos de materiales, 2016. Disponible en: <https://bit.ly/3r3RBjc>
- [17] Ministerio de transportes y Comunicaciones, *Manual de carreteras: suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos* (2014) [En línea]. Disponible: <https://bit.ly/3CemRyN>
- [18] Ministerio de transportes y Comunicaciones, *Manual De Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción*, EG-2013. Disponible en: <https://bit.ly/3mk85Rm>
- [19] *Pavimentos Urbanos*, Instituto de la Construcción y Gerencias. CE 010-AÑO 2010. Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- [20] E. Gomez Betancourt, *Ingeniería de Pavimento para carreteras*, 2ª ed. Colombia: Stella Valbuena de fierro, 2002
- [21] M. Becerra Salas, *Tópicos de Pavimentos de Concreto*, Lima-Perú: Flujo libre, 2012
- [22] F. Abanto Castillo, *Tecnología del Concreto*, Lima-Perú: San Marcos, 2017

- [23] CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos, Ministerio de construcción, vivienda y saneamiento, NTP 334.009 – 2005.
- [24] D. Sánchez de Guzmán, Tecnología del Concreto y del Mortero, 5ª ed. Colombia: BHANDAR EDITORES LTDA.
- [25] Ministerio de transportes y comunicaciones, *Glosario De Términos” De Uso Frecuente En Proyectos De Infraestructura Vial*, N°02, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://cutt.ly/zMaKsNP>
- [26] M. Borja S. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2016. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil
- [27] R. Beder, Nociones de Mineralogía, Buenos Aires, 1930. [En línea]. Disponible en: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/libros/00052671/00052671.pdf>
- [28] H. R. Fraga, Ing. M. H. Polare y Lic. M. Antola, Minerales Petrogénicos, Buenos Aires, Universidad Nacional del Rosario, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Minerales%20260218.pdf>
- [29] G. Duque Escobar, Manual de Geología para Ingenieros, Universidad Nacional De Colombia, Manizales, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3145/manualgeo.pdf>
- [30] A. J. Ramirezz Ortega y C. S. J. Arango, El hierro en la naturaleza, Anales de la real academia de doctores, 331-341, 2001. [En línea]. Disponible en: <https://www.radoctores.es/imageslib/doc/1V5N2-ramirez-san%20jose-hierro.pdf>
- [31] E. Rivva Lopez, *Naturaleza y materiales del concreto*, 1st ed. Lima: Capitulo peruano ACI, 2000.

[32] D. Sanchez Terno, *Concreto y mortero*

[33] R. L. Henriques, P. B. Athayde, A. G. de Magalhães, T. A. Magalhães, and F. V. de Andrade, “Chloride ion penetration resistance in concretes produced with recycled fine aggregates and silica fume,” *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, vol. 17, no. 2, 2024, . [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952024000200007> . Acceso: October 202

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: lavado de agregado fino



Foto 2: tamizado de agregado fino



Foto 3: tamizado de agregado grueso



Foto 4: canto rodado separado por color



Foto 5: eliminar burbujas de aire en el agregado



Foto 6: secado de forma natural del canto rodado



Foto 7: Peso unitario suelto agregado grueso



Foto 8: Maquina de los ángeles para el ensayo de abrasión de canto rodado



Foto 9: Ensayo con el cono de abrams



Foto 10: Peso del molde+ concreto



Foto 11: contenido de aire



Foto 12: Control de temperatura



Foto 13: llenado de probetas



Foto 14: curado de testigos



Foto 15: compresión de testigos