

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS
DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y
ARENA GRUESA, CHOTA**

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. OSMAN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

ASESOR:

Mg. Ing. EDWAR CIEZA SÁNCHEZ

CHOTA, PERÚ

2022



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

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: Díaz Díaz Osmañ Vladimir
 Código del alumno: 2013050135 Teléfono: 929511121
 Correo electrónico: vldy9127@gmail.com DNI: 47014802

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller Licenciado Título
 Magister Segunda especialidad Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso utilizando piedra chancada y arena gruesa, Chota

5. FACULTAD DE: Ciencias de la Ingeniería

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: Ingeniería Civil

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: Cieza Sánchez Edwar Teléfono: 972698285
 Correo electrónico edwarcs_2014@hotmail.com D.N.I: 45795431

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

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

FIRMA:
 DNI. 47014802

Fecha, 24 de marzo de 2022

**Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso
utilizando piedra chancada y arena gruesa, Chota**

POR:

Osmán Vladimir Díaz Díaz

**Presentado a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad
Nacional Autónoma de Chota para optar el grado de:**

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR:

Mg. Ing José Luis Silva Tarrillo

PRESIDENTE

Mg. Ing. Azucena Chávez Collantes

SECRETARIO

Dra. Ing. Carmen Rosa Cárdenas Rosales

VOCAL

AGRADECIMIENTOS

A los maestros, compañeros y amigos de la Universidad Nacional Autónoma de Chota por el apoyo mutuo que me permitió desarrollar muchos conocimientos y habilidades.

A mi asesor por guiarme y apoyarme durante el desarrollo de mi investigación, por su apoyo como investigador, mentor, instructor y por ser un modelo a seguir.

A los miembros de a mi jurado de tesis por toda su orientación a través de este proceso; sus sugerencias, ideas y comentarios han sido absolutamente invaluable.

A mi increíble familia por el amor, el apoyo y el constante aliento que he recibido a lo largo de los años.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a mis familiares, especial a mis padres y hermanos por haberme formado con valores y principios, por ayudarme a alcanzar mis metas y objetivos; varios de mis logros se les debe a ustedes incluyo este trabajo; a mis amigos, por las palabras de aliento y por su apoyo durante todo el proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Planteamiento del Problema.....	13
1.4. Delimitación de la investigación.....	16
1.5. Limitaciones.....	16
1.6. Objetivos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Marco Teórico.....	20
2.3. Definición de conceptos.....	39
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	41
3.1. Hipótesis.....	41
3.2. Variables.....	41
3.3. Operacionalización de variables.....	41
CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO.....	43
4.1. Ubicación geográfica del estudio.....	43
4.2. Unidad de análisis, población y muestra.....	43
4.3. Tipo y descripción del diseño de la investigación.....	44
4.3.1. Tipos de investigación.....	44

4.3.2. Diseño de investigación.....	44
4.3.3. Métodos de investigación	46
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información.....	47
4.6. Matriz de consistencia metodológica	68
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
5.1. Presentación de resultados.....	69
5.2. Análisis, Interpretación y discusión de resultados	84
5.3. Contrastación de la hipótesis	87
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES Y O SUGERENCIAS	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
APÉNDICES	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Análisis granulométrico a partir de tamices</i>	25
Tabla 2 <i>Clasificación de los agregados por su densidad</i>	26
Tabla 3 <i>Clasificación de los agregados por su forma</i>	27
Tabla 4 <i>Granulometría del agregado fino</i>	28
Tabla 5 <i>Tipos granulométricos de arenas</i>	28
Tabla 6 <i>Límites permitidos en pérdida por ataque de sulfatos</i>	29
Tabla 7 <i>Granulométricos del agregado grueso</i>	30
Tabla 8 <i>Límites para sustancias deletéreas en el agregado grueso</i>	31
Tabla 9 <i>Límites permitidos en pérdida por ataque de sulfatos</i>	32
Tabla 10 <i>Resistencias mecánicas de los agregados gruesos</i>	32
Tabla 11 <i>Límites de sales presentes en el agua para concreto</i>	33
Tabla 12 <i>Operacionalización de variables</i>	42
Tabla 13 <i>Rangos efectivos de agregado grueso b/bo</i>	57
Tabla 14 <i>Número de capas requeridas en la elaboración de muestras</i>	59
Tabla 15 <i>Diámetro de varilla y repeticiones de cada golpe por cada capa</i>	60
Tabla 16 <i>Parámetros de piedra chancada utilizados en el diseño de mezclas de concreto poroso</i>	66
Tabla 17 <i>Parámetros de arena gruesa utilizados en el diseño de mezclas de concreto poroso</i>	67
Tabla 18 <i>Matriz de consistencia metodológica de la investigación</i>	68
Tabla 19 <i>Consideraciones y resultados de 18 diseños de concreto poroso</i>	69
Tabla 20 <i>Propiedades físicas de los 18 diseños de mezcla de concreto poroso en estado fresco con relación a los parámetros de la norma ACI 522R-10</i>	72
Tabla 21 <i>Propiedades mecánicas [resistencia a la compresión] de 18 diseños de concreto poroso a los 28 días con relación a los parámetros de la norma ACI 522R-10</i>	75

Tabla 22 Resistencia a la flexión de 18 diseños de mezcla de concreto poroso a la edad de 28 días con relación a la norma ACI-522R-10	77
Tabla 23 Coeficiente de permeabilidad promedio de 18 diseños de concreto poroso con relación a la norma ACI-522R-10.....	79
Tabla 24 Cantidad de materiales de concreto poroso y convencional.....	81
Tabla 25 Costo de materiales por metro cubico de concreto poroso y concreto convencional.....	82
Tabla 26 Cantidades diferidas de materiales entre el concreto poroso y convencional	83
Tabla 27 Parámetros evaluados para determinar la relación	87
Tabla 28 Correlación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso.	88
Tabla 29 Correlación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso	89
Tabla 30 Correlación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físicas del concreto poroso	89
Tabla 31 Relación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades Mecánicas del concreto poroso	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diseño de investigación</i>	45
Figura 2 <i>Correspondencia entre la cantidad de filtración y aire</i>	55
Figura 3 <i>Correspondencia entre resistencia al compresión y vacíos transcurrido un periodo de 28 días para tamaños de agregados 67 y 8</i>	56
Figura 4 <i>Correspondencia entre el porcentaje de vacío y la cantidad de pasta</i>	56
Figura 5 <i>Equipo para evaluar la permeabilidad de acuerdo a ACI 522.R</i>	65
Figura 6 <i>Equipo elaborado para ensayo de permeabilidad</i>	66
Figura 7 <i>Propiedades mecánicas [resistencia a la compresión] de 18 diseños de concreto poroso a los 28 días con relación a los parámetros de la norma ACI 522R-10</i>	76
Figura 8 <i>Resistencia a la flexión de 18 diseños de mezcla de concreto poroso a la edad de 28 días con relación a la norma ACI-522R-10</i>	78
Figura 9 <i>Coefficiente de permeabilidad promedio de 18 diseños de concreto poroso con relación a la norma ACI-522R-10</i>	80
Figura 10 <i>Cantera de Choctapata - Chota</i>	211
Figura 11 <i>Contenido de humedad y análisis granulométrico de los agregados</i>	211
Figura 12 <i>Determinación del peso unitario de los agregados</i>	212
Figura 13 <i>Elaboración de la mezcla de concreto</i>	212
Figura 14 <i>SLUMP del concreto poroso</i>	213
Figura 15 <i>Temperatura del concreto poroso</i>	214
Figura 16 <i>Curado de especímenes de concreto poroso</i>	214
Figura 17 <i>Peso unitario y contenido de vacíos concreto poroso</i>	215
Figura 18 <i>Especímenes de concreto poroso</i>	215
Figura 19 <i>Prueba de permeabilidad del concreto poroso</i>	216
Figura 20 <i>Ensayo de compresión y flexión de especímenes de concreto poroso</i>	217
Figura 21 <i>Concreto convencional</i>	218

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ASTM:	American Society for Testing and Materials
ACI:	American Concrete Institute
°C:	Grados centígrados.
f'c:	Resistencia a la compresión
ICG:	Instituto de la Construcción y Gerencia
INACAL:	Instituto Nacional de Calidad
INDECOPI:	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
kg/cm ² :	Kilogramo por centímetro cuadrado.
kg/m ³ :	Kilogramo por metro cúbico.
MTC:	Ministerio de transportes y comunicaciones
m ³ :	Metro cúbico.
NTP:	Norma Técnica Peruana
PCA:	Portland Cement Association.
SLUMP:	Prueba de asentamiento
RAE:	Real Academia Española
RNE:	Reglamento Nacional de Edificaciones

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el grado de asociación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico - mecánicas del concreto poroso. La investigación fue básica, de alcance descriptivo – relacional, diseño experimental – longitudinal. La población y muestra estuvo constituida por 270 especímenes de concreto poroso de los cuales 162 fueron para pruebas de compresión, 54 para flexión y 54 para permeabilidad, comprendidos en un total de 18 diseños de mezcla con agregados de las canteras de Conchán y Choctapata. En el proceso de la investigación se efectuó ensayos de laboratorio con el fin de determinar las propiedades físicas-mecánicas del concreto poroso, así como, la evaluación comparativa técnica - económica y ambiental del concreto poroso con el concreto convencional $f'c$ 210 kg/cm². Los resultados de la investigación fueron que el concreto poroso [piedra chancada y arena gruesa] cumple con las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas conforme a la normativa ACI -522R-10, además, conforme a la comparación técnica – económica y ambiental, el concreto poroso es una unidad que permite un ahorro técnico y económico, además, no impacta potencialmente en el ambiente. Finalmente, la piedra chancada y la arena gruesa tienen una correlación negativa alta con las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso, con un valor de -0.837. Se concluyó de la investigación que no existe una relación significativa entre variables.

Palabras clave. Concreto poroso, especímenes, diseño de mezcla, piedra chancada.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the degree of association of crushed stone and coarse sand with the physical-mechanical properties of porous concrete. The research was basic, descriptive - relational, experimental - longitudinal design. The population and sample consisted of 270 specimens of porous concrete, of which 162 were for compression tests, 54 for bending and 54 for permeability, comprising a total of 18 mix designs with aggregates from the Conchán and Choctapata quarries. In the research process, laboratory tests were carried out to determine the physical-mechanical properties of the porous concrete, as well as the comparative technical, economic and environmental evaluation of the porous concrete with the conventional concrete $f'c$ 210 kg/cm². The results of the research were that the porous concrete [crushed stone and coarse sand] complies with the physical, mechanical and hydraulic properties according to the ACI-522R-10 standard, in addition, according to the technical-economic and environmental comparison, the porous concrete is a unit that allows technical and economic savings, in addition, it does not potentially impact the environment. Finally, crushed stone and coarse sand have a high negative correlation with the physical-mechanical properties of porous concrete, with a value of -0.837. It was concluded from the research that there is no significant relationship between variables.

Keywords. Porous concrete, specimens, mix design, crushed stone.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema.

En el mundo, el crecimiento poblacional ha efectuado, que se busquen nuevas tecnologías constructivas, entre las que destaca, la elaboración de concreto poroso, como un método aplicable para el diseño constructivo. Esto a fin de establecer, la realización de concreto poroso, como una técnica sostenible para el medio ambiente, ya que, además de obtener la resistencia adecuada, permite ahorrar componentes como: agregados, agua y cemento, por lo que se convierte en un método eco – amigable.

En los últimos diez años, debido al calentamiento global, se han generado sequías en varios países, por lo han buscado implementar nuevas alternativas que permitan conservar agua, identificando al concreto poroso como una alternativa de pavimento permeable para la edificación de ciudades sostenibles (Cabello *et al.*, 2015). Teniendo en consideración lo mencionado líneas arriba se tuvo a bien establecer el concreto poroso como una alternativa innovadora, que permite disminuir efectos nocivos de fenómenos naturales como, inundaciones, además de generar conciencia medioambiental.

Los países ubicados geográficamente en territorio latinoamericano, son los que constantemente se encuentran azotados por lluvias y tormentas de gran impacto; el concreto poroso, en este aspecto, representa un medio más sustentable y de mejor aplicación para evitar almacenamiento innecesario de agua de lluvia, que puede causar daños estructurales al pavimento, patios, estacionamientos, entre otros. e incluso perjuicios a la población, “debido a la proliferación de enfermedades e infecciones gastrointestinales como gastroenterocolitis y diarreas debido a la acumulación de agua por las intensas lluvias, huaycos y desbordes de ríos en diferentes lugares de nuestro territorio” (La República, 2017). Frente a condiciones climatológicas adversas, el concreto poroso presentará mayor durabilidad en el tiempo, garantiza la infiltración del agua, y al requerir menos cantidad de materiales para su fabricación, se define como, una nueva tecnología que favorece a la ecología y cuidado de la naturaleza.

Para la utilización del concreto se requiere materia prima no renovable, teniendo estas un impacto directo y negativo en el medio ambiente, más aún cuando

son obtenidas de la actividad minera en cielo abierto, por lo tanto las comunidades se ven afectadas por la explotación de las canteras a fin de lograr agregados, ocasionando degradación de la corteza terrestre urbana e impacto ambiental, por lo mencionado, hoy en día se busca conseguir herramientas que potencien la gestión de los recursos donde la inversión es limitada (Bedoya y Dzul, 2015). El concreto poroso representa una solución rentable para el problema de falta de materias primas, en algunos países latinoamericanos, y para los países que cuentan con dichos materiales, se presenta como una técnica innovadora que permite economizar recursos y sustentar el crecimiento poblacional de forma responsable y consiente con el entorno físico-natural.

A nivel nacional, el concreto poroso es un método en proceso de estudio, pero que representa una técnica de sustancial beneficio, para distintas regiones de la nación, permitiendo que estas cuenten con un concreto de mayor durabilidad en patios, jardines, estacionamientos, calles, entre otros. El Comercio (2016) indica, que uno de los desafíos que enfrenta INACAL es establecer una política nacional de calidad que sea cumplido por todos los sectores. Frente a lo expuesto, inducimos que lo que buscan las entidades nacionales es la minimización de recursos para la elaboración de un producto, pero con una maximización en cuanto a calidad; este planteamiento se resuelve mediante la aplicación del concreto poroso como un nuevo material o elemento constructivo para ser utilizado en distintos tipos de edificaciones, en especial, pavimentos.

Se debe tener en cuenta que, además de ello, los fenómenos climatológicos que azotaron a distintas regiones del Perú en el año 2017, generaron grandes pérdidas económicas y humanas. Así, Ruiz (2017) señala que en Perú, más de 2.500 kilómetros [km] de carreteras fueron destruidas, 113 personas murieron y más de 3 millones se encontraban en riesgo de contraer enfermedades relacionadas con el agua acumulada. Frente a lo argumentado, se identifica la prioridad de establecer una metodología de mejora tendencial en pavimentos para zonas cuyas condiciones climáticas, lo ameriten.

La región de Cajamarca como refiere Asencio (2017a) presento la problemática evidenciada a nivel nacional, debido a las fuertes y anómala precipitaciones de 19.8 litros por metro cuadrado [l/m^2] que afectaron a más de 500 cajamarquinos, convirtiendo a las calles en riachuelos, que a su paso transportaban

todo lo que encontraban a su paso, dentro de ello, piedras, lodo, entre otros, por lo que muchos de los transeúntes sufrieron lesiones, así como las viviendas. Sin embargo, los más afectados fueron los transportistas y pasajeros de vehículos públicos o privados, quienes vieron interrumpidas la llegada a su destino.

Asencio (2017b) indica a su vez, que el distrito de Baños del Inca, colapsaron dos quebradas que ocasionaron la inundación de las calles y daños en las viviendas. Por todo lo expuesto anteriormente, se logra percibir que las calles de la región de Cajamarca poseen una infraestructura precaria, no contando con la propiedad de transpirabilidad, por tal motivo se emprende la presente investigación, haciendo uso del concreto permeable dado que mejoraría significativamente la condición de transpirabilidad de las calles de la región, constituyéndose un tema trascendental para ejecución del presente estudio.

A nivel local, el concreto poroso representaría una tecnología de gran aceptación, ya que el clima que presenta la zona se encuentra definido por lluvias temporales y estacionales que tiene como consecuencia el deterioro del pavimento flexible y rígido de sus vías. Al respecto, Núñez (2016) refiere que se presentan problemas en calles asfaltadas de la ciudad de Chota. El material se está deteriorando a consecuencia de las precipitaciones pluviales que se registran, dado que Chota es una zona que presenta fuertes precipitaciones; las cuales representan una amenaza para el pavimento flexible, siendo la aplicación de concreto poroso rígido una solución significativa para eludir el problema del mal estado de las calles.

Frente a la situación problemática planteada, la actual investigación, tiene por consigna principal realizar; la evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso elaborado con agregado fino y grueso de las canteras de Conchán y Choctapata [La Torre] respectivamente. Este material puede ser empleado en el diseño constructivo, pudiendo ser una nueva alternativa de construcción aplicativa para el desarrollo sostenible en la ciudad de Chota y en la región de Cajamarca.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el resultado de evaluar las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso utilizando piedra chancada y arena gruesa, con el fin de conseguir un concreto que cumpla la normatividad técnica vigente?

1.3. Justificación e importancia

La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental con el fin de obtener un concreto poroso adecuado que puedan ser empleados en otros proyectos de igual magnitud y aporten a la comunidad científica un proceso adecuado de diseño de mezcla de concreto poroso que cumpla con los parámetros físico mecánicos, la cual beneficie a la población.

La investigación planteó diferentes lineamientos para la obtención de concreto poroso, el cual cumpla con la normatividad existente y permita ser una nueva alternativa de construcción en proyectos de pavimentación de calles de bajo tránsito, estacionamientos, jardines, patios, lugares de compartimiento en común, entre otros. En la localidad no se evidencia investigaciones sobre concreto poroso, por ende, es conveniente ya que aportará criterios e ideas puntuales de la realización de un diseño de mezclas óptimo en sus diferentes parámetros físico - mecánicos del concreto poroso.

1.4. Delimitación de la investigación

La investigación y desarrolló se efectuó con material [piedra chancada y agregado fino] obtenido de las canteras Choctapata sector La Torre y Conchán ubicadas en el distrito de Chota y distrito de Conchán, respectivamente, durante el periodo 2021.

1.5. Limitaciones

La investigación presentó limitaciones de tiempo y de salubridad. De tiempo porque el tesista labora y de salubridad debido a la problemática presentada por el COVID – 19.

1.6. Objetivos.

1.6.1. Objetivo general.

Determinar el grado de asociación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico mecánicas del concreto poroso.

1.6.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso [piedra chancada y arena gruesa], con el fin de determinar el cumplimiento de los parámetros de la norma ACI 522R-10.
- b. Comparar técnica - económica y ambientalmente el concreto poroso con un concreto convencional $f'c$ 210 kg/cm².

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Laguna y Piedrahita (2017) analizaron económica y técnicamente a nivel del laboratorio diversas composiciones de concreto poroso hidráulico, usando material de la ciudad, que pueden ser utilizados como cubierta de pavimento rígido poroso en lugares de estacionamiento de Cartagena de Indias. La metodología seguida es evaluar el impacto de las variables, en asociación de vacíos, la asociación agua – cemento y el tipo de material utilizado para el diseño de mezclas. Las conclusiones que se puede mencionar son: [A] Se evaluó económica y técnicamente a nivel del laboratorio diversas composiciones de concreto poroso, comprobando que algunas de estas mezclas puedan ser empleadas como capa de rodadura; [B] Las composiciones de concreto poroso en fase fresca presentaron distintos valores en los asentamientos, de 0mm – 50mm lo cual es el valor más común en este tipo de concreto según la ACI-522R; (C) El grado de permeabilidad encuentra desde 0.478 a 1.913 cm/s, donde la mayoría superaron los rangos contemplados por la PCA y por ACI.

Martínez (2017) estudió métodos alternativos para conseguir mezclas cementicias porosas a través del desarrollo de agregados solubles en la matriz del hormigón, que se encuentre en estado fresco, y puesto en obra se diluya dejando una serie de poros interrelacionados, desarrollando mezclas porosas y, a su vez autocompactantes. Como resultado obtenido se evidenció que se debe mantener la asociación urea/agua superior al 65% ya que con ello se garantiza una reducida formación de poros por intermedio de la disolución controlada de la urea en el seno de los morteros posterior al inicio del fraguado.

Flores y Pacompia (2015) evaluaron el impacto al adicionar tiras plásticas en las propiedades del concreto permeable f'c. 210. kg/cm² elaborado para pavimentación de la ciudad de Puno. Se usó un gran número de muestras con la finalidad de realizar comparaciones de los resultados conseguidos a través de la resistencia a la compresión [f'c]. Así se estableció el proceso de la composición de concreto permeable para la añadidura de tiras de plástico; la tenacidad a la compresión mostrada en un plazo de 28 días en el concreto hecho con agregados gruesos del ítem 57, siendo inferior en 26.13% en comparación con el ítem 8; la tenacidad a la compresión evidencia a los 28 días por el concreto con un óptimo

diseño, incrementa en 16.7% y 4.2% al añadir tiras de plástico en 0.05 y 0.10% proporcionalmente.

Choque y Ccana (2016) evaluaron la permeabilidad, resistencia y compresión del concreto permeable, elaborado con agregado de canteras de Vicho y Zurite añadiendo aditivo de densidad de 1.2 kg/l plastificado. Como muestra se eligió 126 especímenes que son sometidas a pruebas de compresión para obtener la $[f'c]$, lo cual llegaron a las siguientes conclusiones: [A] Fue viable la compresión de resistencia diseñada de 213.93 kg / cm² y una permeabilidad de 0.651 cm/s [B] La resistencia del concreto permeable diseñado con agregados de las canteras Vicho y Zurite sin aditivos plastificantes no logro la compresión a la resistencia de 210 kg/cm².

Chaiña y Villanueva (2017) diseñaron y elaboraron un concreto poroso con el fin de ser usado en pavimentación rígida, contrastando el ingreso de agregado fino en la mezcla. Los resultados fueron: [A] El mejor rendimiento mecánico e hidráulico obtenido proviene del PP18-E. con compresión a la resistencia de $f'c = 334$ kg/cm², indirecta tracción de $f'c = 49$ kg/cm², flexión $f'c = 48.8$ kg/cm², al deterioro de 22.61% y 3.82 mm/s de permeabilidad; [B] El diseño sin agregado fino y con vacíos de 10% y 15% tuvieron una resistencia de compresión muy baja en 28 días [$f'c = 115$ kg/cm² y $f'c = 90$ kg/cm²].

Benites (2014) determinó las características de permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto poroso producido con agregados de la cantera ubicada en Chilete río Jequetepeque y el aditivo tipo A se encuentran dentro de los márgenes considerados por la norma ACI. Los resultados obtenidos son: La resistencia a la compresión en un plazo de 28 días fue de 7.556 MPa y su permeabilidad fue de 0.321 cm/s los cuales se encuentran en los márgenes de la normativa ACI 522R-10.

Díaz (2014) diseño una composición de concreto permeable para su utilización en pavimentos de la urbe de Cajamarca, usando para tal fin aditivos con fibra polipropileno adicional con fin de conseguir la resistencia a la compresión y a la flexión de 210 kg/cm² y 42 kg/cm². Concluyéndose que la elaboración de una composición de concreto poroso de código RDBIII-AD1-FPP1, cuya resistencia evidenciada a los 28 día fue de 22.35 MPa. [227.78 kg/cm²] con desviación estándar y un coeficiente de variación de 6.29 kg/cm² y 2.76%, así como una resistencia a la

flexión de 4.34. MPa [44.21 kg/cm²] con desviación y una variación de 1.39 kg/cm² y 3.14%.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. El concreto

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE] (2018) menciona que concreto es una combinación de cemento Portland u otro tipo, más agregado fino, grueso y agua, añadiendo aditivos o no. Para, Abanto (2009) el concreto se genera por una composición heterogénea debido a la unificación del cemento con el agua, relacionando químicamente sus partículas de agregados; en algunas ocasiones se adiciona otras sustancias denominadas aditivos, las cuales modifican las propiedades que posee el concreto.

Concreto=cemento portland+ agregados + aire +agua ...Ec. 01

A. Propiedades del concreto en estado fresco

- **Trabajabilidad.** La trabajabilidad es la propiedad que posee el concreto bajo un estado no endurecido lo que permite su manipulación, transportación, colocación y consolidación adecuada y homogeneidad, sin registrar segregación. A fin de facilitar el trabajo y la selección de proporciones de mezcla, la trabajabilidad mantiene una relación con la mezcla de cemento, presentando características como granulometría, cantidad de cemento, asociación y correspondencia de agregados, proporción aire y agua, disposición de aditivos y contexto ambiental (Rivva, 2014a).
- **Segregación.** La diferencia existente entre la densidad de la pasta de los agregados gruesos y finos oscila en 20%, referente a los agregados normales. Cabe señalar que adicionando la propiedad de viscosidad se genera la inmersión o suspensión del mismo dentro de la matriz; por lo que la desigualdad existente entre la composición del concreto que se generan en ambas densidades ocasionan una disminución de las partículas más pesadas (Pasquel, 1998).
- **Exudación.** Es la característica por la cual, en una mezcla, se divide el concreto del agua, subiendo está última hasta la superficie;

asimismo constituye un proceso de sedimentación quedando el material sólido asentado. Cabe precisar, que dentro del proceso rigen las leyes de física en cuanto al fluido de los líquidos en un sistema capilar, seguido de la diferencia de densidades y la propiedad de viscosidad que se encuentra relacionada por la composición fina del cemento y sus agregados, donde mientras se incrementa la pulverización del cemento se reduce el material inferior que queda en la malla N° 100, obteniéndose un resultado menor de exudación, dado que el agua será retenida en la mezcla (Pasquel, 1998).

- **Contracción.** La contracción es una propiedad muy ligada a las fisuraciones que se generan con frecuencia. En este sentido, se identifica; a la contracción intrínseca, la cual es cuando las mezclas se contraen debido a que se disminuye el agua bajo las combinaciones químicas irreversibles de las pastas y contracción por secado, la que evidencia fisuras de mezcla de cemento, ocasionando la mayor pérdida de agua en las mezclas (Pasquel, 1998).

B. Propiedades del concreto en estado endurecido

- **Elasticidad.** El concreto no es un compuesto del todo elástico y su asociación con la tensión– deformación para una carga en creciente aumento suele adoptar la forma de una curva. De forma general la reacción del esfuerzo a la deformación evaluada en el momento donde la línea se separa de la recta e inicia la curva se conoce como módulo de elasticidad (Rivva, 2014a).
- **La resistencia.** La propiedad de resistencia que posee el concreto, es el indicador máximo de soporte que constituye mencionado material sin romperse, esta propiedad es relevante en los concretos que se encuentran endurecidos, seguido de otras propiedades como permeabilidad, durabilidad, resistencia al desgaste; dependiente del requerimiento de obra. La resistencia del concreto se encuentra relacionado a correspondencia cemento/agua, cemento/ agregado, resistencia, granulometría, perfil, textura de la superficie, dureza del agregado y tamaño máximo (Rivva, 2014a).
- **Extensibilidad.** La extensibilidad es la propiedad por la cual el concreto se deforma sin presentar grietas. La extensibilidad

constituye el proceso por el cual de manera unitaria se deforma el concreto sin generar fisuraciones; por lo que la presencia de elasticidad y flujo plástico abarca la deformación que a través del tiempo se aplica al concreto (Pasquel, 1998).

- **Durabilidad.** La propiedad de durabilidad en el concreto se evidencia en el endurecimiento y sostenimiento de sus propiedades con el transcurrir del tiempo, por lo tanto, se dice que el concreto es durable cuando tiene un satisfactorio grado de resistencia, bajo las condiciones del servicio a los cuales se expone. Existen varios procesos externos o internos que atenta contra la durabilidad como el humedecimiento y secado, deshielo y congelación, presencia de reactivos químicos (Rivva, 2014a).

C. Componentes del concreto

a. Cemento portland.

Este componente es el resultado de la trituración de clinker portland y la adición de sulfato de calcio, permitiendo agregar otros materiales que no superen el 1% del peso total y teniendo en cuenta la normativa conveniente, siempre que el producto no altere las características del cemento. Los productos aptos para la adición deben rociarse con clinker portland (Rivva, 2014b). Con relación a las propiedades del cemento Portland se considera:

- **Finura.** Se debe señalar que entre las últimas etapas en la producción del cemento se encuentra la pulverización del Clinker mezclado con el yeso. Dado que la hidratación inicia en la superficie de las partículas de cemento, la superficie total del cemento lo conforma el material de hidratación (Neville, 1999).
- **Firmeza o estabilidad.** Esta propiedad es una característica propia de una parte del concreto endurecido, ya que mantiene su volumen después de fraguar. La ausencia de dilatación o firmeza se producen por magnesia o cal libre en excesivas cantidades y muy quemadas (Rivva, 2014b).
- **Tiempo de fraguado.**
 - a) Fraguado inicial. Este procedimiento consiste en la presentación pastosa del cemento, acelerando las reacciones

químicas, propiciando el endurecimiento y perdiendo plasticidad, logrando obtener sus indicadores de resistencia a deformarse.

b) Fraguado final. Proceso en la que se manifiesta el endurecimiento significativo y las permanentes deformaciones, conformados por una estructuración de gel como su ensamble definitivo de las partículas endurecidas (Pasquel, 1998).

c) Falso fraguado. Proceso que presenta una rigidez anormal y precoz del cemento, los cuales se dan en los minutos iniciales posterior a la mezcla con agua (Neville, 1999).

- **Resistencia a la compresión.** Esta característica del cemento portland, es analizado por la “prueba de cubos 2 estándar”. Estos cubos se elaboran de la forma prescrita empleando “arena estándar” (Rivva, 2014b).
- **Calor de hidratación.** Según reacciones químicas, la hidratación de los componentes del cemento es exotérmica y se puede liberar hasta 500 J/s (120 cal/g). Esto debido a que la conductividad del cemento es baja, actuando como aislante, y en una gran masa de concreto, la hidratación genera un incremento en la temperatura (Neville, 1999).
- **Pérdida por calcinación.** Este procedimiento aplicado al cemento portland se establece calentando una muestra de aproximadamente [900 °C – 1000 °C] lo que es conocido como “rojo vivo” y en la cual se busca lograr un peso constante para posteriormente establecer la pérdida de peso de la muestra y la cual no excede del 2% (Rivva, 2014b).
- **Peso específico.** El peso del cemento portland es de alrededor de 3.15, que es un valor estándar que se utiliza habitualmente en los cálculos (Rivva, 2014b).

1. Tipos de cementos

Rivva (2014b) refiere que los cementos más utilizados bajo la Norma ASTM C 150 son los cementos Portland. Siendo su clasificación de acuerdo a la Norma NTP 334.009:

- a) Tipo I: Son utilizados de manera general, donde los requerimientos no acogen propiedades especiales, sino por el contrario, no se encuentran expuestos a la alteración por factores específicos, dentro de los cuales se puede detallar, la elevación perjudicial de la temperatura generada por el calor producto de la hidratación; seguido de la presencia de sulfatos de agua o suelo; que afecten directamente al concreto o cemento.
- b) Tipo II: Son usados en las estructuras de ambientes agresivos o vaciados masivos, donde se surge una moderación resistente a los sulfatos de agua o suelo, así como una moderación del calor que es ocasionado por la hidratación.
- c) Tipo III: Son utilizados cuando se requiere adelantar la presentación de los servicios en estructuras, obtener un rápido desencofrado, o cuando el clima es frío y se busca minimizar el tiempo de curado, presentando una rápida resistencia con un alto índice de calor ocasionado por la hidratación.
- d) Tipo IV: Este cemento o concreto debe ser usado en cuánto el indicador de calor resultante de la hidratación se minimice a lo usual en concretos masivos.
- e) Tipo V: Este tipo de concreto o cementos son utilizados en ambientes agresivos debido a que poseen una incrementada resistencia a los sulfatos, siendo usados cuando el indicado de concentración de sulfatos ascienda los 10000 ppm; por lo que se recomienda emplearlos con una adición puzolánica.

b. Agregados

Los agregados son la agrupación de inorgánicas partículas, que tienen una generación natural o artificial y el establecimiento de sus límites se encuentra registrado en la Norma NTP 400.037 (NTP 400.011, 2008).

1. Clasificación de los agregados

- **Desde su origen.** En base a su origen los agregados se clasifican en agregado natural, producto de la transformación natural y agregado artificial, el cual constituyen el ingreso de los elementos naturales a una transformación industrial (Rivva, 2014b).
- **Por su tamaño.** La normativa indica que un agregado es fino cuando al ser sometido al tamiz de 3/8" este pasa íntegramente y en un mínimo del 95%. Por otro lado, el agregado grueso será aquel que es retenido en un 95% al ser sometido al tamiz número 4 (Rivva, 2014b).

Tabla 1

Análisis granulométrico a partir de tamices

Tipos de Agregados	Tamices Regulados [N]
Fino	100 [150 μm]
	50 [300 μm]
	30 [600 μm]
	16 [1.18 mm]
	8 [2.36 mm]
	4 [4.75 mm]
	3/8 [9.5 mm]
	1/2 [12.5 mm]
	3/4 [19.0 mm]
	1 [25 mm]
Grueso	1 1/2 [37.5 mm]
	2 [50 mm]
	2 1/2 [63 mm]
	3 [75 mm]
	3 1/2 [90 mm]
	4 [100 mm]

Nota. NTP 400.011 (2008).

- **Por su peso.** De acuerdo a su peso unitario los agregados se clasifican en pesados, de peso normal y livianos.

Tabla 2*Clasificación de los agregados por su densidad*

Agregados	Clasificación
	<p>Productos usados en concreto aislante térmico.</p> <p>Grupo I: producto producido por expandidos como perlitas o vermiculitas.</p> <p>Grupo II: generado por agregados calcinados, expandidos o sintetizados como escoria de alto horno, diatomitas, arcillas, pizarras o esquistos y agregados producidos de materia natural como pumitas.</p>
Agregado liviano	<p>Producto usado en concreto estructural</p> <p>Tipo I: producidos por materiales de agregados paletizados, expandidos o sintetizados como esquistos o arcilla diatomita.</p> <p>Tipo II: generado por el procesamiento de materias como escorias o pumitas.</p>
	<p>Productos usados en albañilería.</p> <p>Tipo I: agregado producido por materiales paletizado, expandido o sintetizado como arcilla diatomita, esquistos o escoria de alto horno.</p> <p>Tipo II: agregado generado por el proceso de material natural como escoria, pumitas o tufo.</p> <p>Tipo III: Material resultante de la combustión de carbón o coque.</p>
Agregado pesado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agregado mineral de alto densidad o alto contenido de agua como barita, magnetita u otros. 2. Agregado sintético: hierro, acero, ferros fosforoso o componentes de boro. 3. Agregado fino compuesto de arena natural o manufacturada adicionada con minerales de alta densidad. Este material puede componerse de minerales triturados, piedra pulverizada, productos sintéticos o combinaciones de los mismos.

Nota. NTP 400.011 (2008).

- **Por su perfil.** Los agregados por su perfil son:

Tabla 3*Clasificación de los agregados por su forma*

Clasificación	Descripción	Casos
Redondeado	Desgastado por agua o fricción.	Arena, grava.
Irregular	Moldeado por fricción naturalmente irregular.	Otro tipo de grava o pedernal.
Laminar	Producto que tiene un espesor pequeño.	Roca laminada
Angular	Material que se encuentra bien definido los bordes.	Roca todo tipo, así como escoria pulverizada.
Alargada	Agregado que presenta una longitud angular mayor.	

Nota. NTP 400.011 (2008).

2. Características físicas del agregado

- **Manejo.** El proceso de manejo de agregados como fino o grueso deben seguir los procedimientos que indique la normativa a NTP 400.037 o ASTM C33. Usándose de forma tal que la pérdida sea menor, exista uniformidad, no se genera contaminación por sustancias extrañas y no se genere segmentación o rotura (Pasquel, 1998).
- **Granulometría.** Consiste en la representación numérica realizada a la repartición volumétrica por tamaños de todas las partículas, por lo que los resultados se grafican en un sistema de coordenadas semilogarítmicas apreciando la repartición acumulada (Pasquel, 1998).
- **Estabilidad de volumen.** Esta reacción se evalúa considerando su comportamiento en obras del mismo tipo y en la cual el concreto se encuentra sujeto a la acción de las heladas (Pasquel, 1998).

3. Agregado fino.

Este producto se produce por desintegración artificial o natural de rocas, los cuales deben pasar por la mala de 3/8 cumplimento la normativa establecida en ASTM C 33 o NTP 400.037 (Rivva, 2014). Siendo sus características:

- Granulometría.

Tabla 4

Granulometría del agregado fino

Tamiz N°	% a pasar
9.50 mm [3/8]	100
4.75 mm [4]	95 – 100
2.36 mm [8]	80 – 100
1.18 mm [16]	50 – 85
600 µm [30]	25 – 60
300 µm [50]	10 – 30
150 µm [100]	2 – 10

Nota. NTP 400.037, 2014

Los porcentajes mostrados en la anterior tabla podrán ser disminuidos en un 5% en las mallas número 50 y 100 si es que se utiliza en concretos con aire y con un contenido de cemento superior a 255 kg/m³; o se utiliza con una adición mineral con el fin de sustituir las falencias de las mallas señaladas. La Norma Chilena Oficial 163 clasifica a la arena en diferentes tipos como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5

Tipos granulométricos de arenas

Tamaños Denominación/ Tamices, mm	% acumulado que pasa para los siguientes tamaños						
	1 Muy gruesa	2 Gruesa	3 Media o Normal	4 Media gruesa	5 Fina	6 Muy fina	7 Discontinua
10.000	100	100	100	100	100	100	100
5.000	60-75	75-90	95-100	70-90	90-100	95-100	30-60
2.500	35-55	55-80	80-100	40-80	85-100	90-100	30-40
1.250	27-50	35-60	50-85	40-70	70-100	85-100	30-40
0.630	15-40	22-40	25-60	40-60	60-80	80-100	17-40
0.315	8-25	12-25	10-30	25-37	37-50	50-62	9-25
0.160	3-10	3-10	2-10	6-13	12-20	15-20	4-10

Nota. Norma Chilena Oficial 163Of79 (1979)

- **Impurezas orgánicas.** Todo agregado debe encontrarse libre de impurezas, por lo que los agregados que no pasen la prueba

de impurezas y generen un color más oscuro que el establecido deben ser eliminados (NTP 400.024, 2011).

- **Inalterabilidad.** El agregado usado en el concreto y que se encuentra en constante interacción con deshielos o congelación deberá cumplir como requisitos generales, así como tener resistencia a la desintegración de soluciones de sulfato de sodio o magnesio (NTP 400.037, 2014).

Tabla 6

Límites permitidos en pérdida por ataque de sulfatos

AGREGADO FINO	
Cuando se use la solución de sulfato de sodio	Cuando se use la solución de sulfato de magnesio
10%	15%

Nota. NTP 400.037 (2014).

4. Agregado grueso.

Es aquel agregado que es retenido por el tamiz tipo 4 y que deriva de la descomposición mecánica o natural de la roca (NTP 400.037, 2014). Siendo sus características:

- **Granulometría.** Este tipo de agregado se encuentra graduado por los límites indicados para las mallas Tyler. La granulometría elegida no debe ser retenida en más del 5% en la malla de 1 ½” y no ser más del 6% que se filtre por la mala de ¼” (Rivva, 2014b).
- **Tamaño máximo nominal.** Relacionado al menor tamiz usado para este tipo de agregado y que debe generar en un 10 a 5% de retención (NTP 400.037, 2014).

Tabla 7

Granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (¾ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota. American Society of Testing Materials C33 (2016)

- **Sustancias deletéreas.** En referencia a superficies húmedas o en constante relación con la humedad el agregado grueso no debe ser reactivo [sílice amorfa], pues se puede combinar con los álcalis de cemento generando una expansión excesiva del concreto (NTP 400.037, 2014).

Tabla 8

Límites para sustancias deletéreas en el agregado grueso

Ensayo	Total, de la muestra [máximo] en %
Partículas friables y terrones de arcilla.	5,0
Material fino en la malla 75 μm [Tipo 200].	1,0. ^A
Horsteno [menor a 2.40 en densidad].	5,0. ^B
Lignito y Carbón:	
La apariencia de la superficie del concreto es significativa	0,5
<i>Demás concretos</i>	
^A El porcentaje acumulado debe encontrarse en un 1.5% siempre y cuando se encuentre libre de arcillas y limos.	
^B En circunstancias en que el concreto se encuentra sometido a congelación o deshielo esta debe ser moderada.	

Nota. NTP 400.037 (2014).

- **Inalterabilidad.** Si el agregado grueso se usa en un ambientes con situaciones de deshielo o congelación se debe cumplir con los requerimientos generales, así como el requerimiento de resistencia a la desintegración por soluciones, como sulfato de sodio o magnesio (NTP 400.037, 2014).

Tabla 9*Límites permitidos en pérdida por ataque de sulfatos*

Agregado grueso	
Uso en solución sulfato de sodio	Uso en solución de sulfato de magnesio
12%	18%

Nota. NTP 400.037 (2014).

- **Índice de espesor y resistencia mecánica.** El tipo de agregado grueso a usarse en pavimentaciones y estructuras deberá ser igual o mayor a 280 kg/cm² cumpliendo con la resistencia mecánica [Tabla 10] y el índice de espesor, en el cual se debe considerar que en casos de agregado grueso natural el índice no será superior a 50 y si se trata de grava pulverizada esta será de 35 (NTP 400.037, 2014)

Tabla 10*Resistencias mecánicas de los agregados gruesos*

Técnicas alternativas	=<
Técnica los ángeles [Abrasión].	50%
Cuantía de efecto del agregado [VIA]	30%

Nota. NTP 400.037 (2014).**c. Agua**

El agua en relación con el concreto genera y forma gel y admite que mezcla adquiera las características como no admitir el endurecimiento lo que facilita una manipulación idónea y logrado en endurecimiento permite conseguir las características indicada. Es importante considerar que cualquier tipo de agua bebible puede ser usado para la elaboración del concreto, sin embargo, si se presenta impurezas estas pueden afectan el periodo de fraguado, la resistencia y la estabilidad volumétrica (American Concrete Institute 318S-08, 2008).

1. Requisitos de calidad

- **Aguas recomendables.** Esta debe cumplir con lo indicado por la normativa NTP 339.088, además no existe algo determinado para establecer los límites de las sustancias o sales en el agua a usarse para preparar el concreto (Rivva, 2014b).

Tabla 11

Límites de sales presentes en el agua para concreto

Sales y sustancias	Partes por millón (ppm)
Cloruro	300
Sulfato	300
Sal de magnesio	150
Sal soluble	500
pH	>7
Suspensión de sólidos.	1500
Material orgánico.	10

Nota. Rivva (2014)

- **Aguas permisibles.** Se puede establecer que hay aguas que pueden no afectar al concreto como agua de ciénega o de pantanos, agua de lago o riachuelos y agua con una máxima concentración de O. 1% de SO (Rivva, 2014b)
- **Aguas prohibidas.** Este tipo de aguas son agua acida o calcárea, agua proveniente de minerales carbonados o naturales, agua de relaves o con residuos industriales, agua con un contenido de cloruro de sodio o de sulfatos mayor al 3% o 1%, agua de desagüe o con materia orgánica, entre otros.

d. Aditivos

Materia orgánica e inorgánica que se agrega a la mezcla durante o después de hecha la pasta de cemento y que puede inducir a algunos cambios en el endurecimiento, hidratación o en la estructura del concreto. (Pasquel, 1998).

La utilización de aditivos químicos que se adicionen a mezclas de concreto en cemento hidráulico deben cumplir los estándares indicado para los aditivos que se muestran según la American Society of Testing Materials C494 (2017) los cuales son reductor de agua, de retardo, de aceleración, reductor de agua y retardante, reductor de agua y acelerador, reductor de agua con un alto rango, reductor de agua con un alto rango incluido retardante y de rendimiento específico.

2.2.2. Concreto poroso

A. Definición.

Según Kosmatka *et al.* (2004) este tipo de producto se encuentra compuesto de agregado grueso con granulometría estrecha, con una mínima o ninguna granulometría fina y con escasa pasta que permita rellenar los vacíos del agregado grueso. Este producto mantiene una reducida relación entre el agua y el cemento, así como un mínimo asentamiento y solo se mantiene unida por la pasta del cemento en los puntos que permiten el contacto del agregado grueso.

B. Propiedades concreto permeable según ACI 522R-10.

Las propiedades del hormigón en gran parte son defectuosas debido a la porosidad, la que ha vez depende a la vez de la cantidad de cemento, rango de compactación y agua y cemento [a/c]. En ese sentido, se debe considerar:

- **Resistencia a la compresión.** La proporción de la mezcla y su compactación afecta la resistencia a la compresión del concreto. Es así que es fundamental indicar que el material cementoso permite tener una mezcla de hormigón con una mejor resistencia a la compresión. La compresión de resistencia suele encontrarse en los rangos de 400 – 4000 PSI [28 – 281 kg/cm² o 2.8 – 28 MPa].

- **Resistencia a la flexión.** Se ha establecido una tracción a la flexión en 145 – 551 PSI [10-39 kg/cm² o 1 – 3 MPa] para concreto permeable en relación a 3/4” - 3/8” [6 – 10 mm].
- **Revenimiento.** De manera general, el valor de revenimiento se encuentra en cero, sin embargo, se puede utilizar niveles de 20 – 50 mm. Ahora, con respecto a la prueba de revenimiento relacionada a la norma ASTM C143 este se efectúa con el fin de tener un valor referencial más no de determinar uno de calidad debido a que la mezcla es rígida y en la mayoría de casos no permite su aplicabilidad (Aire, 2011).
- **Permeabilidad.** El hormigón permeable tiene como característica principal la porosidad y el tamaño de los poros siendo un elemento que influye en la permeabilidad de este tipo de hormigón el grado de conectividad de los poros no existiendo aún una metodología que permita la evaluación de dicha conectividad. El contenido del coeficiente de porosidad puede variar entre 0.14 – 1.22 cm/s, así como el contenido al vacío de 15 a 35% (American Concrete Institute 522R-10, 2010).
- **Porosidad.** Este tipo de característica tiene influencia en las características del concreto permeable. Se ha establecido que la permeabilidad del agua y la absorción acústica son influenciados por el tamaño de los poros. Para casos de poros con un mayor tamaño dentro del material, es permisible reconvertir los tamaños del agregado a mayores tamaños, es favorable un mayor tamaño en los poros porque reducen los estorbos de poros. La porosidad del concreto genera un material que van desde 0.08” hasta 0.32” [2 – 8 mm] lo que permite que el agua circule con facilidad (ACI 522R-10, 2010).
- **Durabilidad.** Esta propiedad del hormigón permeable permite determinar el periodo de vida en situaciones ambientales, siendo el contexto físico los que afectan más de forma negativa a la durabilidad del hormigón, así como las sustancias químicas

extremas, ácidos o sulfatos. En referencia a la durabilidad en condiciones de congelamiento – argón – descongelamiento, no se conoce ningún tipo de deterioro debido al ciclo de congelación y descongelación (ACI 522R-10, 2010).

- **Dureza.** Dentro de esta característica se tiene presente las fibras sintéticas las que se pueden usar para incrementar la dureza y las que se establecen como medios de absorción de energía del hormigón posterior al agrietamiento. Es así, que la prueba ASTM C 1399 establece que las fibras entre 1.5 y 2 pulgadas [40 a 50 mm] son los más determinantes para determinar una menor dureza en el hormigón (ACI 522R-10, 2010).
- **Absorción acústica.** El concreto permeable es altamente eficaz para absorber el sonido. Este tipo de producto puede ser empleado para minimizar el ruido entre el pavimento y el neumático (American Concrete Institute 211.3R-02, 2009).
- **Peso unitario.** Este se determina en base a la norma ASTM C168, sin embargo, el peso puede encontrarse en un 70% del concreto convencional (Aire, 2011). Se ha evidenciado que un concreto permeable compactada en rangos de 8 esfuerzos diferentes puede generar hasta un peso de 1680 – 1920 kg/m³ (ACI 522R-10, 2010).

C. Materiales del concreto poroso según el ACI 522R-10.

Este tipo de concreto es una combinación de agua, agregado grueso y cemento portland. Las combinaciones de estos materiales forman un agregado grueso envuelto por una pasta fina de cemento unido por sus partes de contacto, lo cual genera una interconexión [tamaños ente 0.04 – 0.2 pulgadas o 1 mm – 5 mm] con el agregado grueso admitiendo un rango más alto que el concreto convencional (ACI 522R-10, 2010).

- **Agregados.** El agregado usado en el concreto permeable son en su mayoría de un tamaño de 19 – 9.5 mm o de ¾ - 3/8 pulgadas y de característica áridas y gruesa. Se debe precisar que el

agregado que se utilice para la producción de concreto permeable debe cumplir con lo indicado en la normativa ASTM C33, D448 Y C33M. Los agregados que se usen en el concreto permeable deben estar libres de polvo o arcilla u otros productos que pueden dañar la agregación y la absorción. En caso de ausencia de un registro de rendimiento, es pertinente realizar una combinación de exámenes para establecer la calidad del agregado para un concreto permeable, además, el peso unitario se evalúa en base a la norma ASTM C29M (ACI 522R-10, 2010).

- **Cemento.** Cemento portland en base a la norma ASTM C150M/C150, C595M/C595 o C1157M/157 (ACI 522R-10, 2010).
- **Agua.** El agua debe tener la misma calidad que se necesita para el concreto convencional. El concreto permeable debe estar asociado con una cantidad baja agua y material cementoso [entre 0.26 – 0.40], pues en exceso puede generar que el sistema de poros se atasque y se pegue por lo que la adición del agua debe ser evaluada en campo. En caso se use agua reciclable de operaciones de concreto se debe cumplir con lo indicado por la norma ASTM C94M/C94 o AASHTO M-157 (ACI 522R-10, 2010).
- **Aditivos.** Los aditivos reductores deben cumplir con lo indicado por la norma ASTM C494M/ C494. El uso de estos aditivos reductores de agua dependerá en parte de rango de a/c. Los retardantes se evalúan con la finalidad de poder controlar el nivel de absorción del cemento. En caso de mezclas rígidas es común usar mezclas con retardantes como es el concreto permeable y son especialmente utilizables en ambientes cálidos. Los aditivos reductores pueden apoyar a descargar el concreto de un mezclador debido a que actúan como lubricantes, así pueden favorecer el rendimiento y el manejo del

mismo. Es así, que los aditivos admiten tener una modificación en la viscosidad y los estabilizadores una más larga extensión en el tiempo de trabajo de la mezcla lo que permite tener una mejor trabajabilidad. De forma general se puede establecer que los aditivos deben cumplir con lo indicado por la norma ASTM C260 (ACI 522R-10, 2010).

D. Aplicaciones del concreto poroso.

Este tipo de concreto tiene diversos tipos de aplicaciones como estacionamientos con pavimentación permeable, centros comerciales con drenaje en áreas del exterior, superficies de invernaderos con la finalidad de no retener agua, aplicabilidad en muros estructurales donde se necesita que se un aislador térmico ligero o mejoras, pisos, pavimentos o paredes que requieren absorción acústica, trayectos de calles, caminos, aeropuertos o ingresos de vehículos, para pisos de establos o superficies de zoológicos, cubiertas de las piscinas, terraplenes de los puentes, plantas de que tratamiento a aguas residuales, sistemas para almacenar energía solar y paredes de pozos perforados de agua (ACI 522R-10, 2010).

E. Ventajas y desventajas

1. Ventajas.

Las ventajas que brinda el concreto es la de admitir un control de la contaminación del agua por lombrices, incrementa las instalaciones de estacionamiento ya que elimina las unidades para retener agua, intervenir en la escorrentía de agua de lluvia, minimiza el deslizamiento de agua en las carreteras, permite la elevación de la aeronave como consecuencia del enfriamiento, reduce en gran medida el deslumbramiento de las áreas de carreteras y admite que el agua contenida en el aire llegue a las raíces de las plantas sobre todo de los árboles.

2. Desventajas.

Las desventajas y desafíos relacionadas al concreto son el limitado uso para superficies en la que transcurren vehículos pesados, construcciones específicas, tiempo extendido de curado, control del hormigón fresco y la sensibilidad al flujo de agua, mayor cuidado, sensibilidad al contenido de agua y control en concreto fresco, mayor cuidado y especial atención a suelos como los expansivos o los que se encuentran afectados a heladas, ausencia de exámenes estándares y atención en aguas subterráneas altas.

2.3. Definición de conceptos

- **Absorción.** Procedimiento que permite aspirar líquido para llenar un cuerpo poroso sólido (ACI CT-13, 2013).
- **Aditivo.** Componente del hormigón y que es añadido durante o antes de la mezcla con la finalidad de modificar las características de las mismas (RNE, 2018).
- **Agregado.** Mineral granular como arena natural, manufacturada, piedra pulverizada, entre otros minerales usados en la mezcla (Kosmatka *et al.*, 2004).
- **Agregado fino.** Material que se genera por la pulverización natural o artificial y el cual se filtra por el tamiz 3/8" [9.5 mm] (RNE, 2018).
- **Agregado grueso.** Material que se retiene en el tamiz número 4 [4.75 mm]. Este material proviene de la descomposición natural o artificial de las rocas (RNE, 2018).
- **Análisis.** Separación en todo en partes con la finalidad de conocer su configuración (Real Academia Española, s. f.).
- **Arena.** Material que proviene de la desintegración de rocas (RNE, 2018).
- **Compresión:** Efecto de compresión de un material mediante la aplicación de una carga axial y que se puede ser evaluado a través de

pruebas como no confinada, triaxial, entre otros y los cuales permiten para evaluar la fricción y la cohesión y cuyos datos se usan para evaluar la estabilidad de las estructuras (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

- **Concreto.** Material compuesto de mezcla conglomerante y de agregados gruesos o finos (Kosmatka *et al.*, 2004).
- **Concreto poroso.** Material provisto de huecos interconectados que se genera por material permeable lo cual permite que el agua pase con facilidad (ACI 522R-10, 2010).
- **Diseño de mezcla.** Procedimiento enfocado en la selección de materiales adecuados y más económicos que permitan tener un producto que admita ser trabajable y con una consistencia adecuada y que endurecido cumpla con lo requerido para la obra (Rivva, 2014a).
- **Grava.** Material que proviene de la desintegración de materiales pétreos los cuales se encuentran de forma común en canteras o ríos (RNE, 2018).
- **Pavimento.** Elemento que se encuentra constituido por capas intercaladas, las que está compuesta por materiales adecuados y compactados correctamente (Montejo, 2006).
- **Pavimentos de durabilidad extensa.** Pavimentos que han sido elaborados para que tengan una durabilidad de 50 años a más. Estos tipos de pavimentos se les conoce como perpetuos (ICG, 2017).
- **Pavimento permeable.** Producto que permite que el agua se filtre desde la superficie hacia las capas subyacentes (ACI 522R-10).
- **Piedra pulverizada.** Agregado de características gruesas que se obtienen por chancado de la grava o roca (RNE, 2018).
- **Porosidad.** Espacio o vacío intersticial que se encuentra conectado al concreto (ACI 522R-10, 2010).

CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

H₁. La asociación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico mecánicas del concreto poroso es significativo.

H₀. La asociación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico mecánicas del concreto poroso es no significativo.

3.2. Variables

a) Variable 1. Piedra chancada y arena gruesa.

Este producto se genera por la agrupación inorgánica de partículas, que tienen una generación natural o artificial. Es así que la piedra chancada se produce por desintegración artificial de rocas. Por otro lado, la arena gruesa es aquel agregado que es retenido por el tamiz tipo 4 y que deriva de la descomposición natural de la roca (Riva, 2014).

b) Variable 2. Las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso.

El concreto es un producto que se encuentra compuesto de agregado grueso con granulometría estrecha y una mínima de agregado fino. Al respecto, sus propiedades físico mecánicas son resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, revenimiento, peso unitario, entre otros (ACI 522R-10, 2010).

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 12*Operacionalización de variables.*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Índice
Variable 1. Piedra Chancada Y Arena Gruesa	Propiedades físicas de la piedra chancada y arena gruesa	Granulometría	Curva granulométrica	mm
		Grado de saturación	Formato de GS	%
		Contenido de humedad	Formato de C. Hum.	%
	Propiedades mecánicas de la piedra chancada Cemento y aditivos	Abrasión de los ángulos	Resistencia al desgaste	%
		ACI 522R-10	Tablas de gradación	%
		Asentamiento	Formato de cono de Abrams	mm
Variable 2. Las Propiedades Físico – Mecánicas Del Concreto Poroso	Propiedades físicas	Temperatura	Formato de T	°C
		Consistencia	Guía de observación	.....
		Contenido de aire	Formato de contenido de Aire	%
		Peso unitario de concreto fresco	Formato de Peso Unitario	Kg/m ³
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Curva de compresión	Kg/cm ²
		Resistencia a la flexión	Curva de flexión	Kg/cm ²
	Propiedades hidráulicas	Permeabilidad	Formato de permeabilidad	cm/s

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica del estudio

La investigación se realizó en el distrito de Chota, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. El distrito de Chota está ubicado a una altitud de 2388 metros sobre el nivel del mar [m.s.n.m.], tiene una extensión de 261.75 km² y una temperatura de 17.8 C° (Municipalidad Provincial de Chota, 2019).

Las muestras para los agregados se consiguieron:

- Cantera de arena del distrito de Conchán situado a 30 kilómetros de la ciudad de Chota y a dos kilómetros del distrito de Conchán en las coordenadas Universal Transversal de Mercator [UTM], 760396.99 m este y 9288264.27 m norte en la Zona 17M.
- Cantera de piedra ubicado en el Centro Poblado de Choctapata Rojaspampa cantera denominada la Torre a seis kilómetros de la ciudad de Chota en las Coordenadas UTM, 764583.48 m este y 9275182.70 m norte en la Zona 17M.

4.2. Unidad de análisis, población y muestra

4.2.1 Unidad de análisis

Propiedades físico -mecánicas del concreto poroso elaborado con:

- Piedra Chancada. Agregado grueso proveniente de la cantera Choctapata sector conocido como La Torre.
- Arena gruesa. Agregado fino que se consiguió de la cantera de Conchán del distrito con el mismo nombre, provincia de Chota.
- Cemento. Material aglomerante, se utilizó cemento portland Tipo I.
- Aditivo. Se utilizó un aditivo plastificante con la finalidad de reducir el agua de mezclado y así poder aumentar la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y flexión.

4.2.2 Población

Estuvo compuesta por 270 especímenes de concreto poroso derivados de 18 diseños de mezcla efectuados con la finalidad de lograr un concreto poroso de resistencia a la compresión 210 kg/cm², los cuales 162 fueron para pruebas de resistencia de compresión conforme a

la NTP 339.034 - 2008, 54 para flexión con relación a la NTP 339.0878 - 2012 y 54 para ensayos de permeabilidad ACI 522R-10 2010.

4.2.3 Muestra

La muestra se conformó por el total de la población [N=n] de los cuales 162 especímenes fueron utilizados en pruebas de resistencia a la compresión que se ensayaron a los 7, 14 y 28 días [3 briquetas por cada día haciendo un total de 9]. Con relación a los ensayos de flexión y permeabilidad se empleo 3 muestras por cada diseño a los 28 días.

4.3. Tipo y descripción del diseño de la investigación

La investigación fue cuantitativa, dado que se analizó aspectos numéricos de las variables con base a un control de diseño experimental.

4.3.1. Tipos de investigación

La investigación fue básica, dado que se busca generar nuevos conocimientos que sean aplicados en nuevas tecnologías. El alcance de la investigación es descriptivo – relacional, dado que se busca describir las características físico mecánicas del concreto poroso con base a piedra chancada y arena gruesa de la ciudad de Chota, así como determinar el grado de relación de las variables.

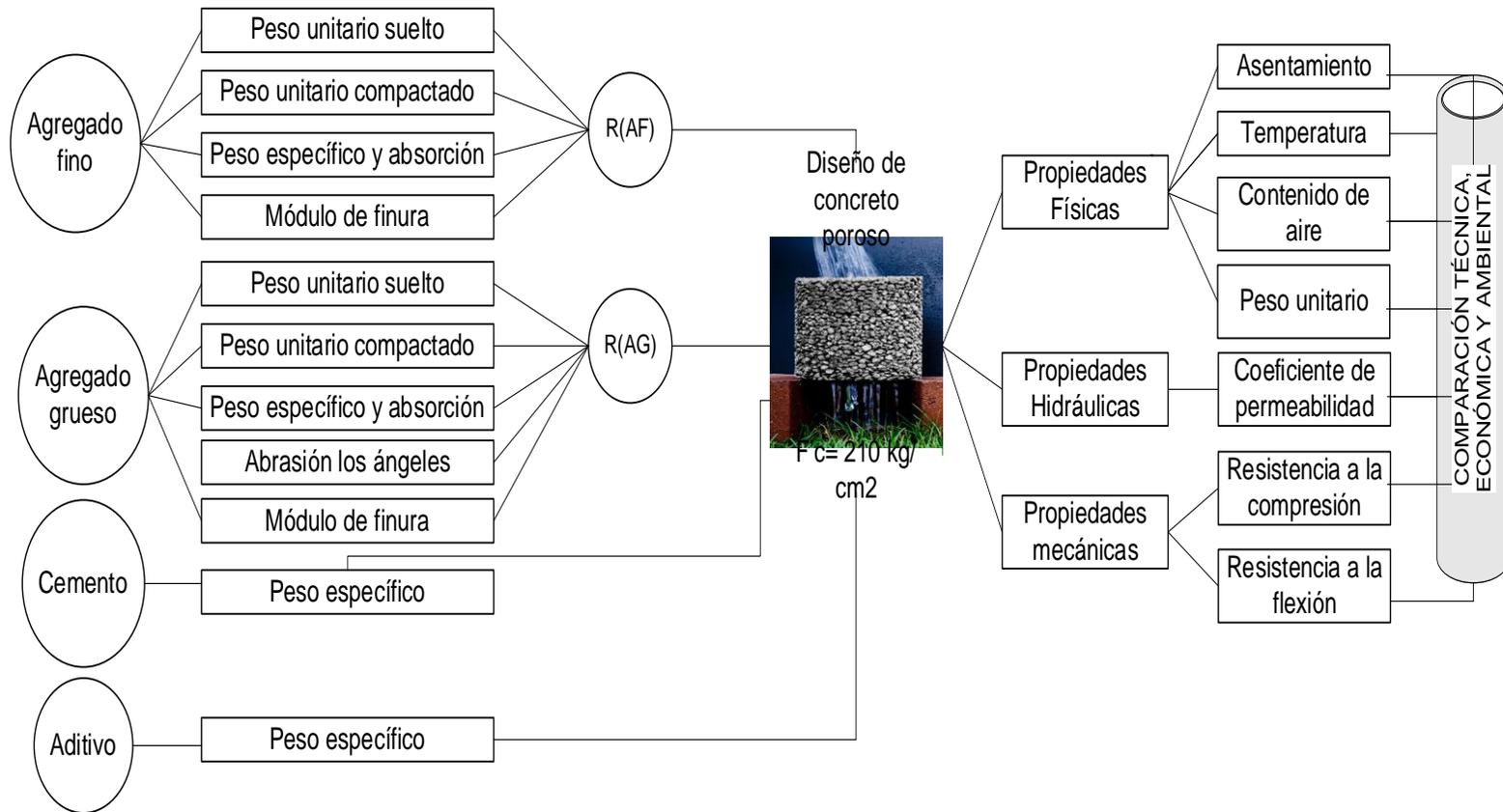
4.3.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental – longitudinal:

- Experimental porque se tendió a manipular cada una de las variables.
- Longitudinal, porque se efectuó diferentes análisis en distintos periodos de tiempo [Figura 1].

Figura 1

Diseño de investigación



4.3.3. Métodos de investigación

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron métodos empíricos [observación y medición] y métodos experimentales para identificar de las características físico-mecánicas del concreto poroso, siguiendo lo estipulado en las normas técnicas nacionales e internacionales ACI 522R-10.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas de recolección de datos

- a. **Observación sistemática.** Este método de recopilación de datos radica en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y realidades observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías (Hernández *et al.*, 2010).
- b. **Medición.** Proceso que enlaza conceptos abstractos con indicadores empíricos (Hernández *et al.*, 2010).

En la medición se verificará diferentes parámetros de los agregados y del concreto poroso, se realizará utilizando diferentes instrumentos y equipos de laboratorio como: prensa hidráulica para obtener la resistencia en kg/cm², cono de Abrams para medir el asentamiento en mm, máquina de abrasión de los ángeles para verificación del desgaste de material grueso, termómetro para obtener la temperatura en °C, otros.

- c. **Revisión bibliográfica.** Radica en agenciarse de referencias o fuentes primarias, tiene gran familiarización con el ámbito de investigación y tiene acceso a ellas y poder seleccionar las que serán de utilidad para nuestro marco teórico específico. (Hernández *et al.*, 2010).
- d. **Experimentación.** Escenario de investigación, donde se manipulan, intencionalmente, una o más variables independientes (agregados, aditivos y cemento) para analizar los efectos de la mencionada manipulación sobre una o más variables dependientes

(propiedades físico-mecánicas de concreto poroso) (Hernández *et al.*, 2010).

4.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

- a. Guías de observación.** Se estableció por un manual de ensayo de materiales correspondiente la unidad de agregados y concreto, siendo esta la guía de observación, y guía para la ejecución de las pruebas de laboratorio.
- b. Fotografía.** La fotografía es uno de los medios de registro de imágenes más usado que permitió corroborar el trabajo realizado por el investigador.
- c. Tablas de gradación.** Permitted tener un control de los porcentajes de material utilizados en cada una de las muestras de concreto poroso.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

4.5.1. Técnicas de procesamiento

Para el procesamiento de información se usó como medios el software Microsoft Excel y el SPSS. v. 28 demo.

- El software Microsoft Excel se usó en procesamiento de datos generados por los ensayos de laboratorio.
- SPSS. v. 28 demo, se utilizó como medio para la determinación de la relación entre variables.

4.5.2. Análisis de información

El análisis de información de la investigación siguió los siguientes pasos:

A. Ensayos de laboratorio

a) Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Estos se efectuaron de acuerdo a la normativa NTP 400.012, 2001, la cual tiene como fin establecer la distribución de partículas en relación del agregado grueso, fino y tamizado.

- **Aparatos utilizados**

Balanzas. Este producto tuvo las siguientes características que permitieron evaluar el agregado grueso, fino o la combinación de ambos. El agregado fino, se encontró en un rango de 0.1 g y exacta en 0.1 g. o 0.1% de la muestra, contemplado dentro de su rango de su uso, el agregado grueso o global, se encontró en un rango aproximando y exacto de 0.5 g o 0.1% de la muestra contemplado dentro del rango de su uso.

Tamices. Estos fueron armados sobre estructuras que admitan la pérdida de materia durante el tamizaje.

Agitador mecánico de tamices. Este permitió aplicar un movimiento de tipo horizontal y vertical o lateral que causará que las partículas se agiten.

Horno: Sostiene una temperatura de forma análoga la que oscila en $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- **Procedimiento**

Se estableció los tamices adecuados para lograr lo requerido para el agregado fino y grueso, con el fin de ser agitados de forma mecánica. Se realiza el tamizado golpeado con un movimiento y una velocidad de 150 veces por minuto girando el artefacto en un rango de un sexto de revolución por 25 golpes dados durante un minuto

- **Cálculos**

Se evaluó el porcentaje que paso por el tamiz, así como los totales retenidos o sobre cada tamiz, haciendo una aproximación del 0.1% de la masa inicial, registrando los porcentajes en la ficha de granulometría de cada agregado.

b) Peso unitario del agregado

La Normativa usada para evaluar el peso del agregado fue la NTP 400.017 del 2011 y el manual de materiales de ensayo del 2016 específicamente la sección 2 de MTC E203.

- **Equipos.** Se usó una balanza graduada en 0.1% con respecto al material a ser usado y un recipiente pulido rígido con una altura no superior de 80% ni menor al 150% de radio.
- **Material.** Se usó una varilla de acero de una longitud de 600 mm y 16 mm de diámetro, así como un cucharón de mano.
- **Muestra.** Se encontró en un rango de 125 a 200% de la cantidad necesaria que requiere el recipiente.
- **Procedimiento.** Se llenó un recipiente con agua para posteriormente cubrirlo con la placa con el fin de eliminar burbujas buscando establecer el peso del agua. Se estableció el volumen del recipiente y densidad del agua.

Establecimiento del peso unitario. Se llenó una cuchara que fue descargada desde una altitud de 500 mm hasta llenar el recipiente el exceso fue eliminado con una regla, para luego ser registrado el peso del contenido del recipiente y el recipiente.

Establecimiento del peso unitario seco compacto. Se llenó el recipiente en 3 fases con volúmenes casi similares y en cada una de esta se apisonará con una varilla con 25 golpes, evitando que la primera fase la varilla choque el fondo, una vez llenado el recipiente se procede a pesar y registrar los datos.

- **Cálculo**

Peso unitario

$$M = ((G - T))/V \quad \dots Ec 02$$

$$M = (G - T) \times F \quad \dots Ec 03$$

Siendo:

M = agregado [peso unitario kg/m³]

G = Recipiente [peso en ms y el agregado en kg].

T = recipiente [peso en kg]

V = recipiente [volumen en m³]

F = recipiente [factor de medida en m³]

$$M_{SS} = M. [1 + (G - T)xF] \quad \dots Ec 04$$

Siendo:

M_{ss} = condición de saturación [peso unitario].

Contenido de vacíos

$$\%Vacios = ((AxW) - B)/AxB \quad \dots Ec 05$$

Donde:

A = peso específico aparente

B = peso del agregado de manera unitaria [kg/m^3].

W= agua [densidad en $998 \text{ kg}/\text{m}^3$].

c) Gravedad específica y absorción de agregados finos

Se usó la NTP 400.022. 2013 y el manual de materiales para ensayos del 2016, de acuerdo a la sección N° 2 de agregados MTC E 205.

- **Equipos.** Se utilizó una balanza con una sensibilidad de 0.1g y una estufa que permitió lograr una temperatura de $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- **Materiales.** Los materiales que se utilizaron son un frasco con una capacidad de 500 cm^3 , un molde cónico con un diámetro de $40 \pm 3 \text{ mm}$ en su base inferior y de $90 \pm 3 \text{ mm}$ en su base superior y de una altura de $75 \pm 3 \text{ mm}$ y una varilla de apisonado.
- **Procedimiento.** Se colocó dentro del frasco una muestra de medio kilogramo preparado, posteriormente se llenó de forma parcial con agua de $23 \pm \text{ }^\circ\text{C}$ hasta lograr unos 50 cm^3 que consecutivamente fue agitando, invirtiendo y rodando el frasco para depurar cualquier tipo de burbuja de aire agitado de manera manual. Después de haber agitado el frasco para depurar el aire se ajustó el contenido a una temperatura de $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ buscando llenar el frasco hasta lograr la capacidad indicada. Removido el agregado del frasco se secó en la estufa a temperatura de $110 \pm$

5 °C durante un tiempo de 8 horas dejando enfriar a temperatura ambiente para posteriormente registrar el peso del agregado.

- **Cálculo**

Peso de masa específico (Pem)

$$Pe_m = W_o / ((V - V_a)) \times 100 \dots Ec 06$$

Siendo:

Pem = peso de masa específico.

Wo = peso de aire contenida en la muestra seca

V = vol. del frasco [cm³]

Va = agua añadida en el frasco [peso en gr. Volumen en cm³]

Peso de masa saturada con superficie seca (Pess)

$$Pe_{ss} = 500 / ((V - V_a)) \times 100 \dots Ec 07$$

Peso aparente (Pea)

$$Pe_a = W_o / ((V - V_a) - (500 - W_o)) \times 100 \dots Ec 08$$

Absorción (Ab)

$$Ab = (500 - W_o) / W_o \times 100 \dots Ec09$$

d) Gravedad específica y absorción de agregados gruesos.

Para tal fin se usó la NTP 400.021- 2002 y el manual de materiales de ensayo del 2016 planteado en la sección 2 [MTC E 206].

- **Equipos.** Los equipos utilizados son una balanza que tiene suficiente capacidad para pesar las muestras, esta tiene un dispositivo que permitió suspender la muestra en la cesta que contuvo agua, malla de alambre de la cesta correspondiente al tamiz número 6, depósito de agua, tamices conforme a la norma NTP 350.001 y una estufa que permitió sostener una temperatura de 100 +- 5 °C.

- **Procedimiento.** Se secó la muestra hasta lograr un peso constante, este secado se realizó a una temperatura de 110 ± 5 °C, se dejó que el agregado se enfrié hasta que admita ser adecuada para el tacto para que luego se le sumerja en agua por un periodo de 24 horas \pm 4 horas, posteriormente la muestra sometió a secar haciendo rodar sobre un paño con la finalidad de absorber el agua hasta que se desaparezca el agua visible, permitiendo determinar su peso respecto al agua, por último la muestra se secó hasta lograr un peso constante considerando una temperatura de 110 ± 5 °C dejándose enfriar por un periodo de 1 a 3 horas hasta que el hormigón sea apto para el tacto pesándose y registrándose posteriormente.

- **Cálculo**

Peso de masa específico [Pem]

$$Pem = A / ((B - C)) \times 100 \quad \dots Ec 10$$

Siendo:

A = peso seco de la muestra en el aire gr.

B = peso saturado de la muestra en el aire gr.

C = peso del agua saturada en la muestra gr.

Peso masa saturada específico [Pess]

$$P_{ess} = B / ((B - C)) \times 100 \quad \dots Ec 11$$

Peso aparente específico [Pea]

$$Pea = A / ((A - C)) \times 100 \quad \dots Ec 12$$

Absorción (Ab)

$$Ab (\%) = ((B - A)) / A \times 100 \quad \dots Ec 13$$

e) Abrasión los ángeles al deterioro de los agregados de capacidades inferiores a 37,5 mm [1 ½”]

Para tal fin se usó la NTP 400.019 [2002] y el manual de materiales de ensayo del 2016 específicamente la sección 2 - MTC E 207.

- **Equipos.** Los equipos utilizados fueron la máquina de los Ángeles, tamices en relación a la normativa NTP 350.001 balanza y carga que estuvo conformada por 12 esferas de acero con un rango de 46.8 mm de diámetro con una masa de 445 gr.
- **Procedimiento.** Los agregados previamente fueron lavados y secados. Se colocó la muestra en la máquina de los Ángeles y se le hará rotar a una velocidad de 33 a 30 revoluciones por minuto, en unas 500 revoluciones.
- **Cálculos.** El cálculo del porcentaje de pérdida considerando un porcentaje de la masa de ensayo.

$$Desgaste (\%) = \frac{Peso\ inicial - Peso\ final}{Peso\ inicial} \dots Ec\ 14$$

f) Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado

Regido por la NTP 339.185 [2013] y el manual de materiales para ensayo del 2016 establecido en su segunda sección [MTC E 2015].

- **Equipos.** los equipos utilizados son una balanza con un rango de uso entre el 0.1% de sensibilidad, una estufa que permitió mantener una temperatura entre 110 °C +- 5 °C y recipientes que sea capaz de no verse afectada por el calor y capacidad de contener la muestra.
- **Procedimiento.** La muestra se pesó antes de ser sometido a secado a temperatura constante entre 110 °C +-5 °C en recipientes que no permitieron la pérdida de partículas,

posteriormente del secado se dejó enfriar a temperatura ambiente y se registró el peso de la muestra.

- **Cálculo**

$$P = (100(W - D))/D \quad \dots Ec 15$$

Siendo:

P = porcentaje evaporable del total de contenido de la muestra.

W= masa en gr. De la muestra.

D= masa seca en gr. De la muestra.

g) Diseño de mezclas de concreto permeable

Se consideró la normativa para elaborar el concreto poroso, la guía de proporciones para concreto con cero Slump [ACI 211.3R] y el proceso de diseño de reporte de concreto permeable [ACI 522R-10].

- **Materiales.**

Material cementante. Se trabajó con cemento Pacasmayo tipo I.
Agregados. Se utilizó los agregados derivados de las canteras de Choctapata y Conchán la cual son de piedra chancada y arena respectivamente.

Agua. Se utilizó agua potable de la Universidad Autónoma de Chota.

Aditivo. Se utilizó aditivo plastificante Sika

- **Procesos de dosificación de mezcla de concreto permeable**

Correspondencia agua – cemento (a/c). la correspondencia del agua con el cemento [a/c] es un factor fundamental para lograr la resistencia oportuna y la estructura en vacío adecuada. Un elevado a/c minimiza la adherencia del agregado haciendo que la pasta llene vacíos inclusive cuando esta se encuentra superficialmente compactada. Por otra parte, un nivel mínimo de a/c evita un correcto mezclado y genera cúmulos en el mezclador evitando una distribución adecuada del cemento generándose así una mínima durabilidad y resistencia del concreto. Se ha evidenciado que el a/c en un nivel de 0.26 – 0.45 establece una

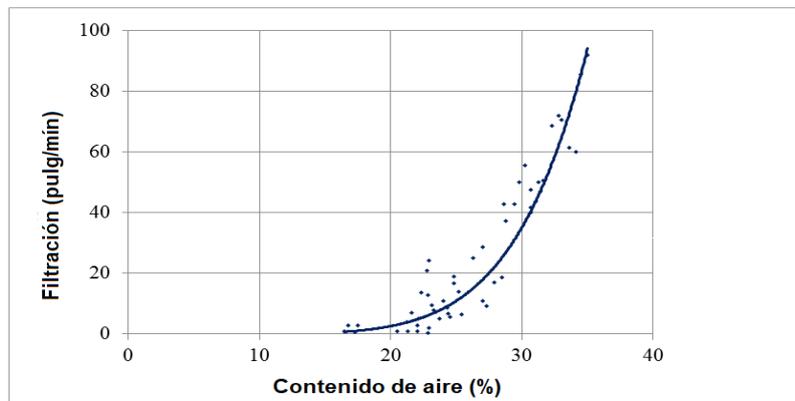
correcta estabilidad de recubrimiento. La correspondencia que existe entre la fuerza del a/c y compresión aplicado para concreto no se emplea para concreto permeable.

$$\text{Agua} = a/c * \text{Cemento} \dots \text{Ec 16}$$

Contenido de vacíos. El contenido de vacíos se estableció en proporción a 15% o superior a este el método gravimétrico. Esto se muestra en la figura 2.

Figura 2

Correspondencia entre la cantidad de filtración y aire

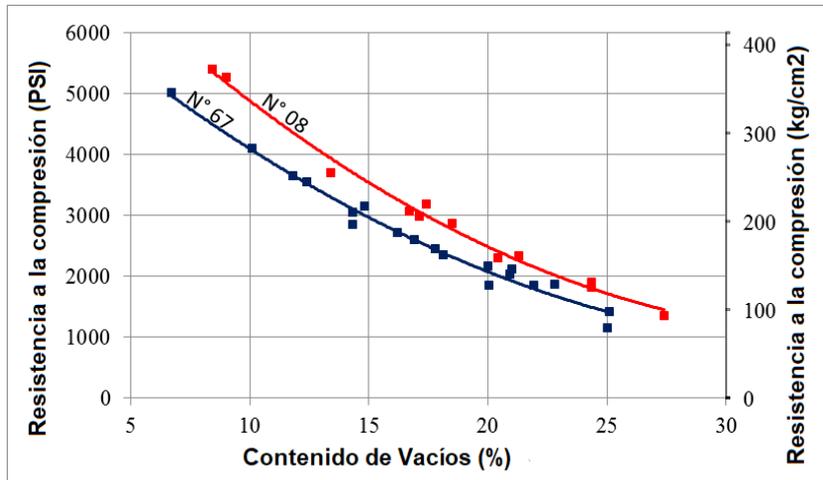


Nota. Adaptado de American Concrete Institute 522R-10 (2010) y American Concrete Institute 211.3R-02 (2009)

En la figura 3 se observa que a mayor cantidad de vacíos existe una mejor filtración y una baja resistencia y viceversa. La figura también muestra que la compresión incrementa en relación a la resistencia a medida que reduce el tamaño del agregado de tamaño máximo nominal.

Figura 3

Correspondencia entre resistencia al compresión y vacíos transcurrido un periodo de 28 días para tamaños de agregados 67 y 8.

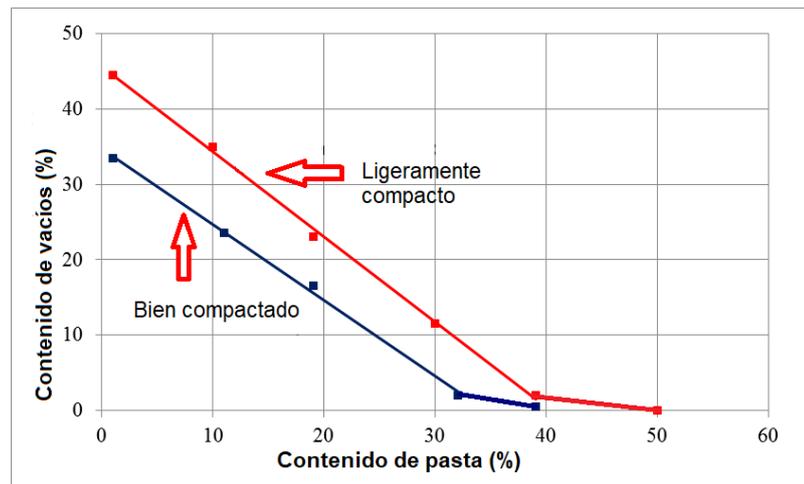


Nota. Adaptado de American Concrete Institute 522R-10 (2010) y American Concrete Institute 211.3R-02 (2009)

Volumen de pasta. En volumen de pasta se determinó teniendo en cuenta la figura 3.

Figura 4

Correspondencia entre el porcentaje de vacío y la cantidad de pasta



Nota. Adaptado de American Concrete Institute 522R-10, (2010) y American Concrete Institute 211.3R-02 (2009)

Establecido la cantidad de pasta necesaria conforme a la figura anterior se elige la relación que debe hacer entre el agua

y el cemento las cuales se establecen a partir de la siguiente correspondencia de volumen total.

$$Vp = Vc + Va \quad \dots Ec 17$$

Siendo:

Vp.: Volumen de pasta.

Vc.: Volumen de cemento.

Va.: Volumen de agua.

Que a la vez puede expresarse como:

$$Vp = c/PEc + a/PEa \quad \dots Ec 18$$

Siendo:

c : Peso por m³ de mezcla del cemento.

a : Peso por m³ de mezcla del agua.

PEc : Peso del cemento de manera específica.

PEa : Peso del agua de manera específica.

Contenido de agregado grueso (b/bo). Los exámenes del agregado grueso en peso seco se evaluaron para el proceso del concreto permeable.

El valor b/bo es capaz de compensarse con las diferentes partículas del agregado, peso específico, tamaño o graduación. Asimismo, para un nivel de agregados con un tamaño superior utilizados para concreto poroso entre ¾” y 3/8” los rangos de b/bo son iguales (ACI 522R-10).

Tabla 13

Rangos efectivos de agregado grueso b/bo

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M Huso N° 8	ASTM C33/C33M Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Nota. Apéndice 6 – ACI 522R-10

Estimación de la cantidad de agregado grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_0} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso} \dots \text{Ec 19}$$

Estimación del agregado fino

$$\text{Peso Ag. fino} = \frac{\text{Vol. absoluto de ag. fino (Pe. ag. fino)}}{\dots} \dots \text{Ec 20}$$

h) Toma de muestras de concreto fresco

Se usa la NTP 339.036 [1999], ASTM C172, 2014 y el Manual Ensayo de Materiales, 2016 en la sección N° 7 “concreto” MTC E 701.

- Los especímenes tuvieron tener un volumen no menor de 28 l en recipientes capaz de contener las muestras

i) Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

Se utilizó la NTP. 339.183 (2013) y el Manual Ensayo de Materiales (2016) en la sección 7 “concreto” MTC E 702. Se determinó el proceso de elaboración y curado del concreto en especímenes bajo un elevado control de materiales y establecimiento de ensayos en el laboratorio.

- Equipos

Moldes. Fueron de acero que cumplen con la normativa ASTM C-470 los cuales se encuentra en un rango de 300 mm de altura y 150 mm de diámetro.

Varilla. Fue utilizado para la compactación del concreto es de forma cilíndrica y de acero liso.

Martillo. Fue de material de caucho con un peso entre 0.57 +- 0.23 kg.

Balanza. Par determinar el peso unitario de la mezcla en estado fresco.

Mezcladora de concreto. Esta fue mecánica.

Equipo Compuesto. Palas, calibrador, reglas, entre otros.

Termómetro. Permitió medir la temperatura del concreto en estado fresco la cual cumple con la normativa ASTM C 1064.

- **Materiales.** Los materiales que fueron utilizados en la mezcla de concreto poroso fueron agregados, cemento Pacasmayo tipo I, agua y aditivo plastificante Sika.
- **Procedimiento.** El mezclado del concreto se realizó con máquina que previamente a la rotación debe contener agua, el agregado grueso, el agregado fino si es que se requiere y el aditivo, se mezcló hasta que se obtuvo una mezcla homogénea de concreto poroso, en cada bachada se midió el asentamiento.
- **Colocación.** El concreto se colocó en un molde usando palustres en la que cada palada sea una representativa de la bachada.

Tabla 14

Número de capas requeridas en la elaboración de muestras

Tipo de la muestra en mm (pulgadas)	Método de compactación	Número de capas	de Altura aprox. de la capa en mm (pulgadas)
Cilindros			
Hasta 300 (12)	Apisonado (varillado)	3 iguales	100(4)
Mayor que 300(12)	Apisonado (varillado)	Las requeridas	
Hasta 460 (18)	Vibración	2 iguales	200(4)
Mayor que 460(18)	Vibración	3 o más	
Prismas			
Hasta 200(8)	Apisonado (varillado)	2 iguales	100(4)
Mayor que 200(8)	Apisonado (varillado)	3 o más	
Hasta 200(8)	Vibración	1	200(8) C 172
Mayor que 200(8)	Vibración	2 o más	
	Vibración		

Nota. Manual de ensayo de materiales (2016)

- **Apisonado por varillado.** En el molde se colocará las capas necesarias cada una de estas con el volumen requerido.

Bien compactado. Se compactó con la varilla cada una de las capas hasta un total de 25 golpes en las tres capas buscando una distribución normal. Para capas del fondo inclinó la varilla permitiendo dar la mitad de golpes cerca del contorno buscando avanzar en forma de espiral con golpes verticales al centro.

Ligeramente compactado. Se hizo una repetición de compactación de 15 golpes hasta lograr una compactación sólida conforme al método bien compactado.

Tabla 15

Diámetro de varilla y repeticiones de cada golpe por cada capa

Cilindros		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Numero de golpes por capa
50 (2) a 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
VIGAS PRISMÁTICAS		
Área de la superficie superior de la muestra en cm ² (pulg ²)	Diámetro de la varilla en mm (pulgada)	Numero de golpes por capa
160 (25)	10 (3/8)	25
165 (26) a 310 (49)	10 (3/8)	1 por cada 7cm ² (1 pulg ²) de área
320 (50) o más	16 (5/8)	1 por cada 7cm ² (1 pulg ²) de área

Nota. Ensayo de materiales manual (2016).

- **Acabado.** Posteriormente a la compactación se efectuó el acabado con mínimas manipulaciones de forma tal que el área quede pareja y de manera plana en los bordes del cilindro.
- **Curado.** Cobertura posterior al acabado. Para que se evite que se evapore el agua del concreto sin que se endurece, se cubrió los testigos con bolsas plásticas. Posterior a las 24 horas se sacó

del molde para ser llevados al recipiente que estuvo cubierta con agua con por un periodo de 28 días.

j) Asentamiento del concreto [SLUMP].

Se utilizó Norma Técnica Peruana 339.035 (2009), ASTM C143 (2010), ACI 211.3R-02 (2009) y el Manual Ensayo de Materiales (2016) en la sección N° 7 MTC E 705.

- Equipos

Molde. Este fue metálico, invulnerable al concreto, con un espesor de la lámina de 0.045 pulgadas, la base y la parte superior del cono tuvo un diámetro de 200 mm y 100mm respectivamente y una altura de 300mm.

Varilla compactadora. Esta fue de hierro liso de forma cilíndrica de 5/8 pulgada de circunferencia y de una extensión de 24 pulgadas.

- **Muestra.** Esta fue representativa durante el ensayo del concreto.

- **Procedimiento.** Se humedeció el molde para luego ser sujetado con los pernos de la base, se llenó el concreto poroso en tres capas las cuales tuvieron 1/3 del volumen del molde, cada una de las capas tubo una compactación de 25 golpes por capa uniformemente sin que se excediera la capa anterior. Para evitar posibles interferencias se retiró el concreto que rodea la base del cono. Por otra parte, para evitar daños se realizó el quitado del molde después de 5+-2 segundos sin aplicar fuerza a los laterales del molde o torsión al concreto. Posteriormente se midió el asentamiento en la que se establecerá cuanto es la diferencia entre la altura medida y el molde sobre la base original de la muestra.

- **Cálculos.** Se registró el asentamiento de la muestra con un acercamiento al 0.5 cm.

k) Contenido de aire e en el concreto fresco método de presión

Se hizo uso de la NTP 339.083 (2003) y ensayo de materiales [manual MTC E 706] de la sección 7.

- **Equipos.** Los equipos utilizados son medidores de aire de acuerdo a la ley de Boyle y para fines de determinación se han establecido el tipo B, la cual se encuentra compuesto por una cubierta y un recipiente de medida.
- **Muestra.** La preparación de la muestra se realizó conforme lo indica la normativa MTC E 701.
- **Procedimientos.** En el recipiente se colocó una muestra de concreto la cual se encontrará distribuida en 3 capas de volumen similar. Cada una de las capas se compactó con 25 golpes cada una de forma uniforme. Posteriormente para no dejar vacíos generados por el apisonado se dio 10 a 15 golpes por los costados a la maceta. Se realizó un cierre hermético del equipo, y se procedió con lo estipulado en la NTP 339.083 (2003).

La cantidad de agregado fino y grueso en la muestra con respecto a su masa se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Fs = s/B Fb \dots Ec 21$$

$$Cs = s/B Cb \dots Ec 22$$

Siendo:

Fs = peso en kg del agregado fino en la muestra de ensayo.

s = m³ del volumen de la muestra.

B = m³ por bachata el volumen del concreto.

Fb = kg. del agregado fino [peso total].

Cs = kg. del agregado grueso respecto a la muestra.

Cb = kg. del agregado grueso [peso total].

- **Cálculo.** La cantidad de aire en el espécimen en el proceso de ensayo se calculó de la siguiente manera:

$$As = A1 - G \dots Ec 23$$

Siendo:

As = Cantidad de (%).

A1 = Cantidad supuesta de aire (%).

G = componente del agregado en corrección (%).

La Cantidad de aire en la mezcla total se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A1 = (100. As. Vc)/(100. Vt - As. Va) \quad \dots Ec 24$$

Siendo:

At = contenido de aire de la mezcla completa (%)

Vc = volumen absoluto de los componentes de la mezcla en m³.

Vt = volumen absoluto de la mezcla, libres de aire, en m³.

Va = volumen absoluto de los agregados en la mezcla densa en m³.

Cantidad de aire en una fracción del mortero se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Am = (100. As. Vc)/(100. Vm - As. (Vc - Vm)) \quad \dots Ec 23$$

Donde:

Am = cantidad en porcentaje de la proporción del mortero.

Vm = volumen total del compuesto de la proporción de mortero de la mezcla, liberado de aire [m³].

1) Resistencia a la compresión testigos cilíndricos

Conforme la NTP 339.034 (2008), ASTM C39 (2001) y ensayo de materiales del manual del MTC E 704 de la sección 7.

- **Equipo.** Se utilizó la máquina de ensayo a compresión y flexión del laboratorio de materiales.
- **Procedimiento.** Se evaluó que los indicadores de la máquina se ajuste a cero. Se colocó la muestra en la máquina de ensayo alineando el eje de la muestra con el bloque superior considerando en centro para la precisión.
- **Cálculos.** El cálculo de la compresión se determinó dividiendo la máxima carga de soporte de la muestra en el periodo de ensayo por el promedio de la superficie de sección transversal, siendo el resultado expresado en kg/cm².

m) Resistencia a la flexión del concreto método de viga simple cargada en el punto central

Se usó la NTP 339.0878 [2012] y Materiales de Ensayo de acuerdo al manual MTC E 709 de la sección 7.

- **Equipo.** Se utilizó la máquina de ensayo a compresión y flexión del laboratorio de materiales.
- **Muestra.** Estas deben mostrar una libertad con respecto a la luz de tres veces su altura, además los lados de la viga deben formar con la cara inferior y superior un ángulo recto y el área debe encontrarse sin huecos.
- **Procedimiento.** La muestra se colocó en el aparato de carga de la máquina de ensayo mediante un bloque de aplicabilidad y dos bloques de sostén que admitan asegurar que la fuerza se emplea de forma perpendicular al perfil de la muestra.

- Cálculos

Se evaluó la rotura el módulo de la siguiente forma:

$$R = 3Pl / (2db^2) \quad \dots Ec 27$$

Donde:

R = rotura del módulo, MPa [psi],

P = aplicación en N en carga máxima.

l = Long. De luz [mm].

b = promedio en ancho del espécimen en la factura [mm].

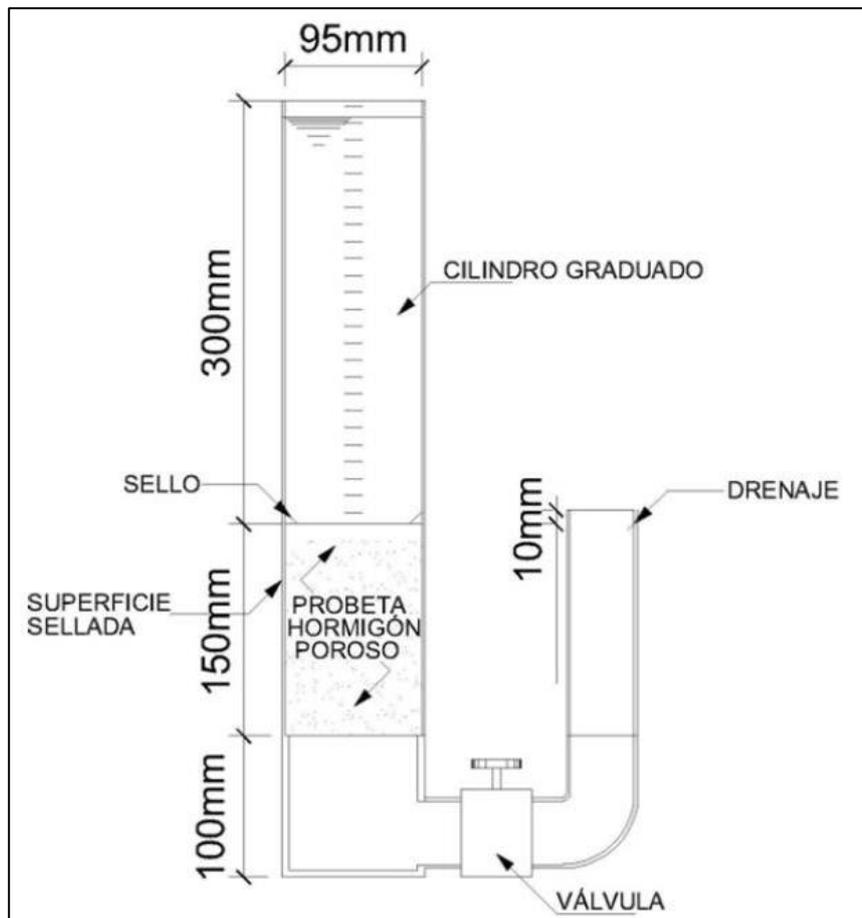
d = promedio de altura del espécimen [mm].

n) Ensayo de permeabilidad

Este tipo de ensayo es el más significativo debido a que determina el coeficiente o el factor de permeabilidad del concreto poroso según lo contemplando en la norma ACI 522R-10 utilizando un permeámetro para carga variable y probetas de 150 mm de alto y 100 de diámetro.

Figura 5

Equipo para evaluar la permeabilidad de acuerdo a ACI 522.R



Nota. ACI 522R-10

El cálculo de la permeabilidad fue efectuado mediante ley de Darcy de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$k = \frac{L \cdot a \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}}{t \cdot A} \quad \dots \text{Ec 28}$$

Donde:

k: Factor de permeabilidad [cm/s]

L: Altura del ejemplar [cm]

a: Superficie de la tubería de carga [cm²]

h₁: Elevación de la columna de agua evaluada al inicio de la prueba [cm].

h2: Elevación de columna de agua evaluada al final de la prueba [cm].

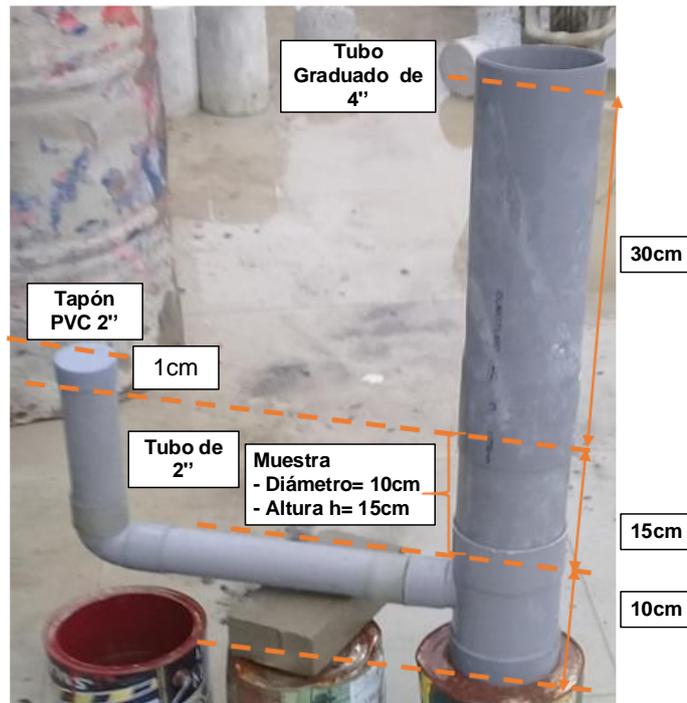
t: Periodo en que demora en circular el agua,

h1-h2 [s]

A: Área promedio de la muestra [cm²]

Figura 6

Equipo elaborado para ensayo de permeabilidad



B. Parámetros de las pruebas de los agregados

Los parámetros utilizados en la investigación de acuerdo a la Norma Técnica Peruana [NTP] fueron:

Tabla 16

Parámetros de piedra chancada utilizados en el diseño de mezclas de concreto poroso

Características Físico-Mecánicas	Ensayo 1°	Ensayo 2°	Ensayo 3°	Promedio
Granulometría (Modulo de finura)	6.86	6.85	6.87	6.86
Contenido de humedad (%)	0.57	0.52	0.49	0.53
Peso unitario (kg/m³) Suelto	1479.3	1483.59	1486.81	1483.23
Compactado	1581.14	1573.64	1574.71	1576.50

Características Físico-Mecánicas	Ensayo 1°	Ensayo 2°	Ensayo 3°	Promedio
Peso específico	2.65	2.65	2.65	2.65
Absorción (%)	0.81	0.84	0.84	0.83
Desgaste (%)	25.95	27.4	26.49	26.61

Nota. Fichas 01 a 08.

La tabla 16 muestra las características físico – mecánicas del agregado grueso de acuerdo a las NTP. En la investigación se consideró tres ensayos con relación a lo NTP 400.010. [Extracción y Preparación de las muestras], siendo el promedio de los tres ensayos el valor usado en los diseños de mezclas.

Tabla 17

Parámetros de arena gruesa utilizados en el diseño de mezclas de concreto poroso

Características físicas	Ensayo 1°	Ensayo 2°	Ensayo 3°	Promedio
Granulometría [Módulo de finura].	2.7	2.64	2.62	2.65
Contenido de humedad (%)	1.45	1.41	1.4	1.42
Peso unitario (kg/m³)				
Suelto	1538.14	1523.93	1531.04	1531.04
Compactado	1609.19	1587.87	1602.08	1599.71
Peso específico	2.53	2.57	2.55	2.55
Absorción (%)	1.79	1.87	1.8	1.82

Nota. Fichas 01 a 06.

La tabla 17 muestra las características físicas de la arena gruesa de acuerdo a las NTP. En la investigación se consideró tres ensayos con relación a lo NTP 400.010. siendo el promedio de los tres ensayos el valor usado en los diseños de mezclas.

C. Prueba estadística

En el análisis de datos y con la finalidad de determinar la relación entre variables y dimensiones se utilizó como prueba estadística la Correlación de Pearson.

4.6. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 18

Matriz de consistencia metodológica de la investigación

Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumentos
<p>Objetivo General</p> <p>Determinar el grado de asociación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico mecánicas del concreto poroso.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>* Evaluar las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso [piedra chancada y arena gruesa], con el fin de determinar el cumplimiento de los parámetros de la norma ACI 522R-10.</p> <p>* Comparar técnica - económica y ambientalmente el concreto poroso con un concreto convencional f'c 210 kg/cm².</p>	<p>La asociación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico mecánicas del concreto poroso es significativo.</p>	<p>Variable 1. Piedra Chancada Y Arena Gruesa</p> <p>Variable 2. Las Propiedades Físico – Mecánicas Del Concreto Poroso</p>	<p>Propiedades físicas de la piedra chancada y arena gruesa</p> <p>Propiedades mecánicas de la piedra chancada</p> <p>Cemento y aditivos</p> <p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Propiedades hidráulicas</p>	<p>Granulometría</p> <p>Grado de saturación</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Abrasión de los ángeles</p> <p>ACI 522R-10</p> <p>Asentamiento</p> <p>Temperatura</p> <p>Consistencia</p> <p>Contenido de aire</p> <p>Peso unitario de concreto fresco</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>Permeabilidad</p>	<p>Curva granulométrica</p> <p>Formato de GS</p> <p>Formato de C. Hum.</p> <p>Resistencia al desgaste</p> <p>Tablas de gradación</p> <p>Formato de cono de Abrams</p> <p>Formato de T</p> <p>Guía de observación</p> <p>Formato de contenido de Aire</p> <p>Formato de Peso Unitario</p> <p>Curva de compresión</p> <p>Curva de flexión</p> <p>Formato de permeabilidad</p>

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso [piedra chancada y arena gruesa], con el fin de determinar el cumplimiento de los parámetros de la norma ACI 522R-10.

Tabla 19

Consideraciones y resultados de 18 diseños de concreto poroso

Consideraciones de diseño					Resultados de diseños					
Diseño	Relación a/c	Contenido de vacíos [%]	Agregado fino [%]	Aditivo	Nivel de compactado	Cemento [kg/m ³]	Ag. fino [kg/m ³]	Ag. grueso [kg/m ³]	Agua [l/m ³]	Aditivo [ml/m ³]
D1	0.35	15.00	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	296.44	No aplica	1569.00	108.44	No aplica
D2	0.30	15.00	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	320.17	No aplica	1569.00	100.73	No aplica
D3	0.30	15.00	Sin finos	Plastificante	Bien compactado	320.17	No aplica	1569.00	99.16	1883.33
D4	0.35	15.00	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	296.44	No aplica	1569.00	105.53	3487.52
D5	0.35	15.00	10.00	Sin aditivo	Bien compactado	296.44	250.19	1473.91	107.17	No aplica
D6	0.35	18.00	10.00	Sin aditivo	Ligeramente compactado	370.55	43.30	1473.91	133.92	No aplica

Consideraciones de diseño					Resultados de diseños					
Diseño	Relación a/c	Contenido de vacíos [%]	Agregado fino [%]	Aditivo	Nivel de compactado	Cemento [kg/m ³]	Ag. fino [kg/m ³]	Ag. grueso [kg/m ³]	Agua [l/m ³]	Aditivo [ml/m ³]
D7	0.30	15.00	10.00	Plastificante	Bien compactado	320.17	250.19	1473.91	96.32	3766.66
D8	0.30	18.00	10.00	Sin aditivo	Ligeramente compactado	400.21	43.30	1473.91	124.29	No aplica
D9	0.30	18.00	20.00	Super plastificante	Ligeramente compactado	400.21	150.99	1362.97	119.61	4708.33
D10	0.30	15.00	20.00	Super plastificante	Ligeramente compactado	448.23	150.99	1362.97	133.55	5273.33
D11	0.30	15.00	Sin Finos	Super plastificante	Bien compactado	320.17	No aplica	1569.00	97.59	3766.66
D12	0.30	15.00	10.00	Super plastificante	Ligeramente compactado	448.23	43.30	1473.91	134.30	5273.33
D13	0.30	15.00	20.00	Super plastificante	Ligeramente compactado	448.23	166.38	1347.12	133.44	5273.33
D14	0.33	15.00	20.00	Super plastificante	Bien compactado	305.49	357.89	1362.97	100.47	3594.06
D15	0.26	15.00	10.00	Super plastificante	Ligeramente compactado	478.90	43.30	1473.91	124.05	5634.10
D16	0.26	18.00	20.00	Super plastificante	Ligeramente compactado	427.59	150.99	1362.97	110.45	5030.44

Consideraciones de diseño					Resultados de diseños					
Diseño	Relación a/c	Contenido de vacíos [%]	Agregado fino [%]	Aditivo	Nivel de compactado	Cemento [kg/m ³]	Ag. fino [kg/m ³]	Ag. grueso [kg/m ³]	Agua [l/m ³]	Aditivo [ml/m ³]
D17	0.28	18.00	Sin finos	Super plastificante	Ligeramente compactado	413.45	No aplica	1569.00	116.39	4864.06
D18	0.28	15.00	10.00	Super plastificante	Ligeramente compactado	463.06	43.30	1473.91	129.34	5447.75

Nota. Fichas 09 – 26.

Interpretación.

En la tabla 19 se observa que de los resultados de los 18 diseños según las consideraciones de relación a/c, contenido de vacíos [%], agregado fino [%], aditivo y nivel de compactado la cantidad de materiales por cada uno de los diseños es adecuado, siendo D9 y D13 los más idóneos; dado la cantidad por m³ de concreto poroso a utilizarse es para el D9 de 400.21 kg de cemento, 150.99 kg de agregado fino, 1362.97 kg de agregado grueso, 119.61 litros de agua y 4708.33 ml de aditivo, y para el D13 de 448.23 kg de cemento, 166.38 kg de agregado fino, 1347.12 kg de agregado grueso, 133.44 litros de agua y 5273.33 ml de aditivo.

Tabla 20

Propiedades físicas de los 18 diseños de mezcla de concreto poroso en estado fresco con relación a los parámetros de la norma ACI 522R-10.

Diseño	Consideraciones de diseño				Propiedades físicas del concreto en estado fresco						
	Relación a/c	Cont. de vacíos (%)	Agregado fino (%)	Aditivo	Nivel de compactado	Cont. vacíos por variación de volúmenes (%)	Cont. aire método de presión (%)	SLUMP	Temperatura (°C)	P.U (kg/m ³)	Parámetros de la norma ACI 522R-10
D1	0.35	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	16.02	14.70	0.00	17.80	2088.11	
D2	0.30	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	16.99	14.00	0.00	17.60	2080.93	
D3	0.30	15	Sin finos	Plastificante	Bien compactado	14.68	15.00	0.00	18.45	2141.25	La relación a/c. 0.26-0.40 Contenido de vacíos. 15-30% Asentamiento. 0-50mm. Porcentaje de agregado fino. 0-20%
D4	0.35	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	14.08	15.30	0.00	18.00	2141.25	
D5	0.35	15	10	Sin aditivo	Bien compactado	16.62	14.70	0.00	18.20	2076.62	
D6	0.35	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	16.94	17.45	0.00	17.50	2036.41	
D7	0.30	15	10	Plastificante	Bien compactado	13.82	14.90	0.00	18.70	2167.10	
D8	0.30	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	18.86	18.00	0.00	18.10	2009.12	
D9	0.30	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	15.50	13.90	0.00	18.30	2095.29	

Diseño	Consideraciones de diseño				Propiedades físicas del concreto en estado fresco						
	Relación a/c	Cont. de vacíos (%)	Agregado fino (%)	Aditivo	Nivel de compactado	Cont. vacíos por variación de volúmenes (%)	Cont. aire método de presión (%)	SLUMP	Temperatura (°C)	P.U (kg/m³)	Parámetros de la norma ACI 522R-10
D10	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	16.74	15.20	0.00	18.90	2053.64	
D11	0.30	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	18.27	15.20	0.00	18.00	2053.64	
D12	0.30	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	14.00	14.50	0.00	18.50	2124.01	
D13	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	12.70	14.20	0.00	18.00	2152.73	
D14	0.33	15	20	Super plastificante	Bien compactado	13.70	17.00	0.00	18.40	2157.04	
D15	0.26	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	11.98	10.00	0.00	18.20	2195.82	
D16	0.26	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	9.39	9.20	0.00	18.90	2267.62	
D17	0.28	18	Sin finos	Super plastificante	Ligeramente compactado	15.02	14.30	0.00	18.00	2124.01	
D18	0.28	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	12.68	13.50	0.00	17.90	2167.10	

Nota. Fichas 09-26

Interpretación.

En la tabla 20 se evidencia que las consideraciones de los 18 diseños de mezcla se encuentran dentro de los parámetros de la norma ACI-522R-10, siendo la relación a/c de 0.26 a 0.35, porcentaje de vacíos de 15% a 18%, agregado fino de 0 % a 20%. Es así, que en base a las consideraciones se evidenció que propiedades físicas de asentamiento [SLUMP] en los 18 diseños de 0.00 cm, además la temperatura del concreto poroso se encontró en los rangos de 17.50 a 18.90 °C y el peso unitario entre los parámetros de 2009.12 a 2267.62 kg/m³.

Tabla 21

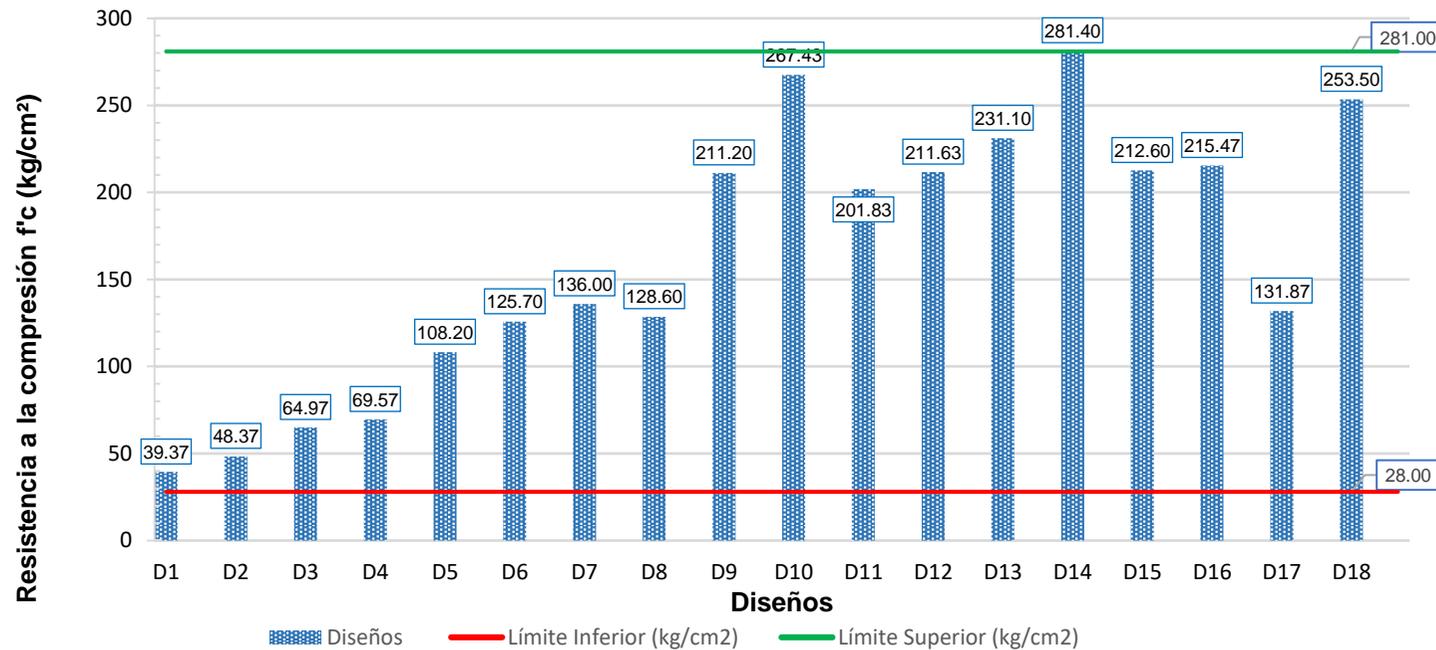
Propiedades mecánicas [resistencia a la compresión] de 18 diseños de concreto poroso a los 28 días con relación a los parámetros de la norma ACI 522R-10.

Diseño	Relación a/c	Cont. de vacíos (%)	Consideraciones de diseño			Propiedad mecánica (Resistencia a la compresión - kg/cm ²)	Parámetros de la norma ACI 522R-10
			Agregado Fino (%)	Aditivo	Nivel de compactado		
D1	0.35	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	39.37	
D2	0.30	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	48.37	
D3	0.30	15	Sin finos	Plastificante	Bien compactado	64.97	
D4	0.35	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	69.57	
D5	0.35	15	10	Sin aditivo	Bien compactado	108.20	
D6	0.35	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	125.70	Los rangos de resistencia a la compresión de concreto poroso está en los siguientes valores: 400 – 4000 PSI o 28 – 281 kg/cm ²
D7	0.30	15	10	Plastificante	Bien compactado	136.00	
D8	0.30	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	128.60	
D9	0.30	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	211.20	
D10	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	267.43	
D11	0.30	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	201.83	
D12	0.30	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	211.63	
D13	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	231.10	
D14	0.33	15	20	Super plastificante	Bien compactado	281.40	
D15	0.26	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	212.60	
D16	0.26	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	215.47	
D17	0.28	18	Sin finos	Super plastificante	Ligeramente compactado	131.87	
D18	0.28	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	253.50	

Nota. Ficha 27.

Figura 7

Propiedades mecánicas [resistencia a la compresión] de 18 diseños de concreto poroso a los 28 días con relación a los parámetros de la norma ACI 522R-10.



Nota. Tabla 21.

Interpretación.

En la tabla 21 y figura 7 se observa que la resistencia a la compresión de los 18 diseños de mezcla de concreto poroso se encontraron entre los valores de 39.37 a 281.40 kg/cm² cumpliendo con los parámetros de la norma ACI 522R-10.

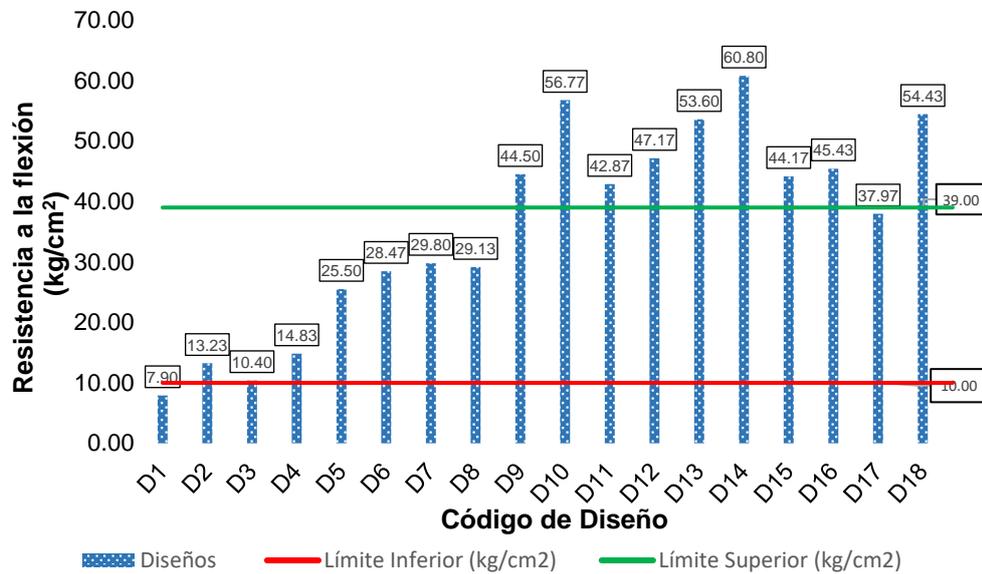
Tabla 22*Resistencia a la flexión de 18 diseños de mezcla de concreto poroso a la edad de 28 días con relación a la norma ACI-522R-10*

Diseño	Consideraciones de diseño					Propiedad mecánica (Resistencia a la flexión - kg/cm ²)	Parámetros de la norma ACI 522R-10
	Relación a/c	Cont. de vacíos (%)	Agregado fino (%)	Aditivo	Nivel de compactado		
D1	0.35	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	7.90	Los rangos de la resistencia a la flexión de concreto poroso esta entre los siguientes valores: 145 – 551 PSI o 10-39 kg/cm ²
D2	0.30	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	13.23	
D3	0.30	15	Sin finos	Plastificante	Bien compactado	10.40	
D4	0.35	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	14.83	
D5	0.35	15	10	Sin aditivo	Bien compactado	25.50	
D6	0.35	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	28.47	
D7	0.30	15	10	Plastificante	Bien compactado	29.80	
D8	0.30	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	29.13	
D9	0.30	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	44.50	
D10	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	56.77	
D11	0.30	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	42.87	
D12	0.30	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	47.17	
D13	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	53.60	
D14	0.33	15	20	Super plastificante	Bien compactado	60.80	
D15	0.26	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	44.17	
D16	0.26	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	45.43	
D17	0.28	18	Sin finos	Super plastificante	Ligeramente compactado	37.97	
D18	0.28	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	54.43	

Nota. Ficha 28.

Figura 8

Resistencia a la flexión de 18 diseños de mezcla de concreto poroso a la edad de 28 días con relación a la norma ACI-522R-10



Nota. Tabla 22

Interpretación.

En la tabla 22 y figura 8 se evidencia la resistencia a la flexión de 18 diseños de mezcla de concreto poroso de los cuales 8 diseños [D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 y D17] estuvieron entre los valores de 10.40 a 39.97 kg/cm², 9 diseños [D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16 y D18] se encontraron entre los valores de 42.87 a 60.80 kg/cm² y un diseño [D1] estuvo en un valor de 7.90 kg/cm². Los primeros 8 diseños cumplieron con la norma ACI – 522R-10, los 9 restantes superaron y un diseño no cumplió con la normativa.

Tabla 23

Coefficiente de permeabilidad promedio de 18 diseños de concreto poroso con relación a la norma ACI-522R-10

Diseño	Consideraciones de diseño					Propiedad hidráulica	Parámetros de la norma ACI 522R-10
	Relación a/c	Cont. de vacíos (%)	Agregado fino (%)	Consideración de aditivo	Nivel de compactado	(coeficiente de permeabilidad (cm/s))	
D1	0.35	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	0.25	El coeficiente de permeabilidad variar entre: 0.14 – 1.22 cm/s
D2	0.30	15	Sin finos	Sin aditivo	Bien compactado	0.31	
D3	0.30	15	Sin finos	Plastificante	Bien compactado	0.28	
D4	0.35	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	0.20	
D5	0.35	15	10	Sin aditivo	Bien compactado	0.25	
D6	0.35	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	0.21	
D7	0.30	15	10	Plastificante	Bien compactado	0.22	
D8	0.30	18	10	Sin aditivo	Ligeramente compactado	0.24	
D9	0.30	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.19	
D10	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.13	
D11	0.30	15	Sin finos	Super plastificante	Bien compactado	0.19	
D12	0.30	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.15	
D13	0.30	15	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.14	
D14	0.33	15	20	Super plastificante	Bien compactado	0.08	
D15	0.26	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.05	
D16	0.26	18	20	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.01	
D17	0.28	18	Sin finos	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.15	
D18	0.28	15	10	Super plastificante	Ligeramente compactado	0.12	

Nota. Ficha 29

Figura 9

Coefficiente de permeabilidad promedio de 18 diseños de concreto poroso con relación a la norma ACI-522R-10

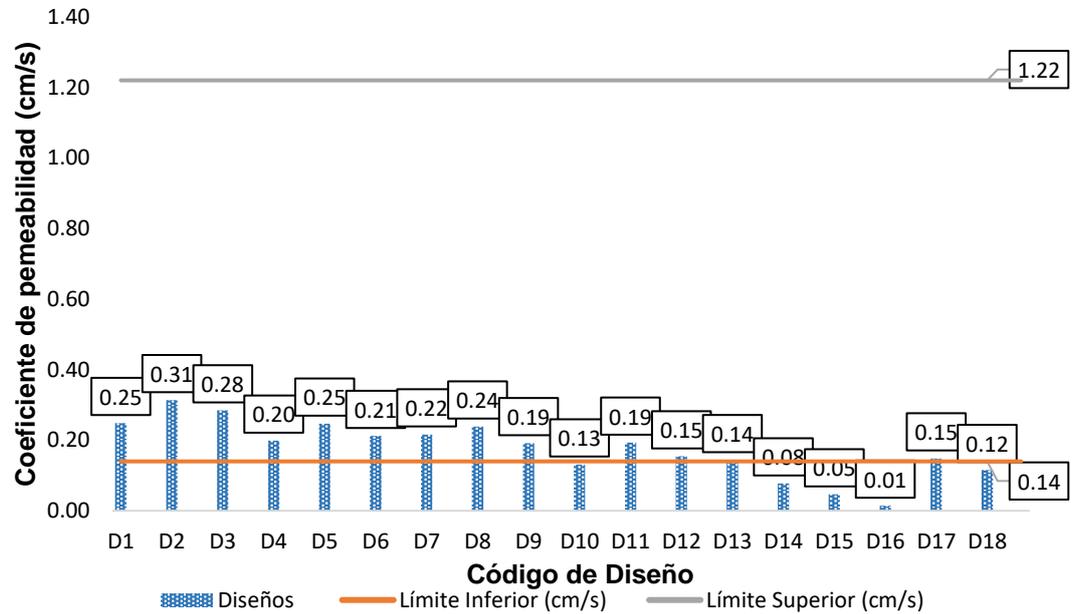


Tabla 23.

Interpretación

En la tabla 23 y figura 9 se observa el coeficiente de permeabilidad de 18 diseños de mezcla de concreto poroso, los cuales 13 diseños [D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D11, D12, D13 y D17] se encontraron dentro de los parámetros de la norma ACI-552R-10, siendo su coeficiente de permeabilidad de 0.14 a 0.31 cm/s y 5 diseños [D10, D14, D15, D16 y D18] no cumple con los parámetros de la norma, dado que sus valores se encuentran entre 0.01 a 0.13 cm/s.

5.2.2. Comparación técnica - económica y ambiental del concreto poroso con un concreto convencional f'c 210 kg/cm².

Se realizó la evaluación técnica – económica y ambiental del concreto poroso comparando un diseño de mezcla convencional con la metodología ACI- 318 cuya resistencia a la compresión es de 213,15 kg/cm² a la edad de 28 días [ficha 31] y el diseño D9 de mezcla de concreto poroso cuya resistencia a la compresión a la edad de 28 días fue de 211.20 kg/cm² [ficha 27]. A continuación, se muestra los detalles de las comparaciones efectuadas:

A. Comparación técnica

Tabla 24

Cantidad de materiales de concreto poroso y convencional

Diseños de mezcla F'c = 210 kg/cm ²	Cemento	Agregado grueso	Agregado fino	Agua	Aditivo
Diseño de concreto poroso D9	400.21 kg/m ³ 9.42 bolsas	1362.97 kg/m ³ 0.86 m ³	150.99 kg/m ³ 0.09 m ³	119.61l/m ³ 0.12 m ³	4.71 l/m ³ 1.24 gal/m ³
Diseño de concreto convencional	421.05 kg/m ³ 9.91 bolsas	1006.38 kg/m ³ 0.64 m ³	740.27 kg/m ³ 0.46 m ³	202.95 l/m ³ 0.2 m ³	2.48 0.66 gal/m ³

Nota. Ficha 17 y ficha 30.

Interpretación

En la tabla 24 se evidencia la cantidad de materiales que tiene el concreto poroso [D9] con relación al concreto convencional, del cual el concreto poroso lleva una mayor cantidad de agregado grueso y aditivo, una menor cantidad de cemento, agregado fino y agua con respecto al concreto convencional.

B. Comparación Económica

Tabla 25

Costo de materiales por metro cubico de concreto poroso y concreto convencional

Componente	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Parcial	Total
Concreto poroso Diseño D9					
Cemento	bolsa	9.42	S/24.50	S/230.79	
Agregado grueso	m ³	0.86	S/60.00	S/51.60	
Agregado fino	m ³	0.09	S/75.00	S/6.75	S/332.90
Agua	m ³	0.12	S/4.00	S/0.48	
Aditivo	Gal	1.24	S/34.90	S/43.28	
Concreto Convencional					
Cemento	bolsa	9.91	S/24.50	S/242.80	
Agregado grueso	m ³	0.64	S/60.00	S/38.40	
Agregado fino	m ³	0.46	S/75.00	S/34.50	S/339.53
Agua	m ³	0.2	S/4.00	S/0.80	
Aditivo	Gal	0.66	S/34.90	S/23.03	

Interpretación.

En la tabla 25 se observa el costo de materiales para producir 1 m³ de concreto poroso y 1 m³ de concreto convencional, siendo su costo de S/ 332.90 y S/ 339.53 respectivamente, el cual establece un menor costo del concreto poroso con relación al concreto convencional; siendo el valor diferido de S/ 6.63 por m³.

C. Comparación ambiental

El cuidado ambiental en la construcción es un elemento esencial, dado que es un proceso que impacta en el ecosistema por lo que es elemental buscar alternativas que reduzcan la explotación de materiales de construcción extraídas de canteras y fuentes de agua. El tal sentido, el concreto poroso es un factor elemental a ser evaluado, debido a que se ha determinado que utiliza menos material en el proceso de producción como se muestra a continuación:

Tabla 26

Cantidades diferidas de materiales entre el concreto poroso y convencional

Diseños de mezcla F'c = 210 kg/cm²	Cemento [kg/m³]	Agregado grueso [kg/m³]	Agregado fino [kg/m³]	Agua [l/m³]	Aditivo [l/m³]
Diseño de concreto poroso D9	400.21	1362.97	150.99	119.61	4.71
Diseño de concreto convencional	421.05	1006.38	740.27	202.95	2.48
Cantidad diferida de materiales entre concreto poroso y convencional	-20.84	356.59	-589.28	-83.34	2.23

Interpretación

En la tabla 26 se evidencia la diferenciación de materiales por metro cubico entre concreto poroso y concreto convencional, siendo el concreto poroso el que presenta una menor cantidad de cemento, agregado fino y agua, los cuales difieren en 20.84 kg/m³, 589.28 kg/m³ y 83.34 l/m³ respectivamente del concreto convencional y una mayor cantidad de agregado grueso y aditivo con valores de 356.59 kg/m³ y 2.23 l/m³.

5.2. Análisis, Interpretación y discusión de resultados

La investigación en correspondencia al primer objetivo específico evaluar las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso [piedra chancada y arena gruesa], con el fin de determinar el cumplimiento de los parámetros de la norma ACI 522R-10; determinó que: las propiedades físicas del concreto poroso como el asentamiento [SLUMP] en los 18 diseños es de 0.00 cm, además la temperatura del concreto poroso se encontró en los rangos de 17.50 a 18.90 °C y el peso unitario entre los parámetros de 2009.12 a 2267.62 kg/m³. Asimismo, las propiedades mecánicas como la compresión de los 18 diseños de mezcla de concreto poroso se encuentran entre los valores de 39.37 a 281.40 kg/cm² cumpliendo con los parámetros de la norma ACI 522R-10 y la resistencia a la flexión de los 18 diseños de mezcla de concreto poroso 8 diseños [D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 y D17] está entre los valores de 10.40 a 39.97 kg/cm², 9 diseños [D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16 y D18] se encuentra entre los valores de 42.87 a 60.80 kg/cm² y un diseño [D1] estuvo en un valor de 7.90 kg/cm²; esto muestra que los primeros 8 diseños cumplen con la norma ACI – 522R-10, los 9 restantes superaron y un diseño no cumple con la normativa. Por otra parte, con relación a la propiedad hidráulica como el coeficiente de permeabilidad de los 18 diseños de mezcla de concreto poroso 13 diseños [D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D11, D12, D13 y D17] están dentro de los parámetros de la norma ACI-522R-10, siendo su coeficiente de permeabilidad de 0.14 a 0.31 cm/s y 5 diseños [D10, D14, D15, D16 y D18] no cumple con los parámetros de la norma, dado que sus valores se encuentran entre 0.01 a 0.13 cm/s. Lo descrito permite reconocer que las propiedades físicas de asentamiento [cm], temperatura [°C] y peso unitario [kg/m³]; propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión [kg/cm²]; así como las propiedades hidráulicas de coeficiente de permeabilidad [cm/s] de los 18 diseños, los diseños D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 y D17 cumplen con lo indicado en la normativa ACI -522R-10 para las propiedades físico – mecánicas e hidráulicas del concreto poroso y los diseños D9, D11, D12 y D13 cumplen con los parámetros físicos e hidráulicos, sin embargo, superan las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión establecida en la normativa.

Por otra parte, los diseños D1, D10, D14, D15, D16 y D18 no se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma. Los resultados evidenciados y lo descrito concuerda con Benites (2014) quien evaluó las características de permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto poroso y determinó que la resistencia a la compresión de concreto es de 7.556 MPa y su permeabilidad de 0.321 cm/s, lo cual se encuentra en los márgenes de la normativa ACI 522R-10; asimismo, Laguna y Piedrahita (2017) establecieron que las composiciones de concreto poroso en fase fresca presentaron distintos valores en los asentamientos, de 0 mm – 50 mm y el grado de permeabilidad se encuentra desde 0.478 a 1.913 cm/s con lo se evidenció que las propiedades físicas del concreto cumplen con la normativa ACI-522R-10 y las propiedades hidráulicas superan lo establecido en la normativa. Lo reconocido permite inferir que el concreto poroso de piedra chancada y arena gruesa es una composición idónea para el uso en la construcción de parques, estacionamientos, vías de bajo tránsito, entre otros.

El segundo objetivo específico, comparar técnica - económica y ambientalmente el concreto poroso con un concreto convencional $f'c$ 210 kg/cm², estableció que: la cantidad de materiales que tiene el concreto poroso [D9] con relación al concreto convencional es mayor en cantidades de agregado grueso y aditivo, y menor en cemento, agregado fino y agua. En referencia al costo de materiales para producir 1 m³ de concreto poroso y 1 m³ de concreto convencional se estableció que el costo del concreto poroso es de S/ 332.90, con lo cual se infiere un menor costo dado que se muestra un valor diferido de S/ 6.63 por m³ con relación al concreto convencional. Finalmente, ambientalmente se muestra que el concreto poroso presenta una menor cantidad de cemento, agregado fino y agua, los cuales difieren en 20.84 kg/m³, 589.28 kg/m³ y 83.34 l/m³ respectivamente del concreto convencional y una mayor cantidad de agregado grueso y aditivo con valores de 356.59 kg/m³ y 2.23 l/m³ con lo que se determina que el concreto poroso es más eco - amigable con el medio ambiente, dado que permite reducir el consumo de materiales que impactan en el medio ambiente. Lo descrito admite establecer de la comparación técnica – económica y ambiental, que el concreto poroso es una

unidad que permite un ahorro técnico y económico, además, no impacta potencialmente en el ambiente, debido a que se hace uso de materiales como cemento, agregado fino y agua en menor cantidad y su costo de S/ 332.90 difiere en S/ 6.63 del concreto convencional. Los resultados identificados y lo descrito permite ser contrastado con Laguna y Piedrahita (2017) quienes analizaron económica y técnicamente a nivel del laboratorio diversas composiciones de concreto poroso hidráulico determinando que a medida que se presenta una variación de la relación a/c, así como un incremento de porcentaje de vacíos se muestra una disminución en los costos del concreto poroso y su uso en pavimentos de parques, estacionamientos, entre otros. Lo indicado permite señalar que un análisis económico, técnico y ambiental permite establecer costos, usos y su impacto en el medio ambiente sobre todo en el contexto local, el cual es elemental; puesto que permiten desarrollar actividades de construcción manteniendo las medidas adecuadas de seguridad, costos y rangos de impacto en el ambiente.

5.3. Contrastación de la hipótesis

Tabla 27

Parámetros evaluados para determinar la relación

Relación	Parámetros evaluados		Propiedades Físico - Mecánicas del concreto poroso	
	Piedra Chancada y Arena Gruesa			
Piedra Chancada y Arena Gruesa con las Propiedades Físico - Mecánicas del concreto poroso.	Propiedades físicas de la piedra chancada y arena gruesa.	Propiedades mecánicas de la piedra chancada.	[Promedio, Suma de variables, Coeficiente de Relación]	Propiedades físicas
Piedra chancada y arena gruesa con las propiedades Físicas del concreto poroso.	Propiedades físicas de la piedra chancada y arena gruesa.	Propiedades mecánicas de la piedra chancada.	[Promedio, Suma de variables, Coeficiente de Relación]	Propiedades físicas
Piedra chancada y arena gruesa con las propiedades Mecánicas del concreto poroso.	Propiedades físicas de la piedra chancada y arena gruesa.	Propiedades mecánicas de la piedra chancada.	[Promedio, Suma de variables, Coeficiente de Relación]	Propiedades mecánicas

Para determinar la relación de la piedra Chancada y Arena Gruesa con las Propiedades Físico - Mecánicas del concreto poroso se ha evaluado mediante la estadística inferencial considerando las dimensiones de la variable

1 con las dimensiones de la variable 2 de manera total, asimismo para la relación entre la piedra chancada y arena gruesa con las dimensiones de la variable 2, se ha evaluado la variable 1 con la dimensión propiedades físicas considerando sus indicadores, así como, con la dimensión propiedades mecánicas con sus indicadores correspondientes.

Tabla 28

Correlación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso.

Descripción		Piedra chancada y arena gruesa	Propiedades físico - mecánicas del concreto poroso
Piedra Chancada y Arena Gruesa	Correlación de Pearson	1	-0.837
	Sig. (bilateral)		0.368
Propiedades Físico - Mecánicas del concreto poroso	Correlación de Pearson	-0.837	1
	Sig. (bilateral)	0.368	

Nota. Base de resultados de fichas de laboratorio.

Se observa que la piedra chancada y la arena gruesa tienen una correlación negativa alta con las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso, con un valor de -0.837 y una significancia de 0.368 mayor al 0.05, es decir que las variables se relacionan inversamente, sin embargo no existe una relación significativa; por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula donde la piedra chancada y arena gruesa no se relaciona significativamente con las propiedades Físico – Mecánicas del concreto poroso.

Tabla 29

Correlación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físicas y mecánicas del concreto poroso

Piedra Chancada y Arena Gruesa	Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Poroso	
	Propiedades físicas	Propiedades mecánicas
<i>Correlación</i>	-0.832	-0.854
<i>p - valor</i>	0.375	0.348

Nota. Base de resultados de fichas de laboratorio.

Se muestra que la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación negativa alta con las propiedades físicas del concreto poroso con un valor de -0.832 y una significancia de 0.375 mayor al 0.05, es decir que existe una relación inversa pero no es significativa. Asimismo, la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación negativa alta con las propiedades mecánicas del concreto poroso con un valor de -0.854 y una significancia de 0.348, lo que evidencia que también tiene relación inversa pero no demuestra una relación significativa.

Tabla 30

Correlación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades físicas del concreto poroso

Piedra Chancada y Arena Gruesa	Propiedades Físicas del Concreto Poroso			
	Temperatura	Consistencia	Contenido de aire	Peso unitario
<i>Correlación</i>	-0.891	0.965	-0.999*	-0.832
<i>p - valor</i>	0.300	0.170	0.034	0.375

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Nota. Base de resultados de fichas de laboratorio.

En cuanto a la correlación entre la piedra chancada y arena gruesa con cada una de las propiedades físicas del concreto poroso se determinó que: la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación negativa alta con la temperatura con un valor de -0.891 y una significancia de 0.300 mayor al 0.05,

es decir que existe una relación inversa pero no es significativa; la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación positiva alta con la consistencia con un valor de 0.965 y una significancia de 0.170 mayor al 0.05, es decir que existe una relación directa no significativa; la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación negativa alta con el contenido de aire con un valor de -0.999 y una significancia de 0.034 menor al 0.05, es decir que tiene una relación inversa significativa; por último la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación negativa alta con el peso unitario con un valor de -0.832 y una significancia de 0.375 mayor al 0.05, lo que evidencia que existe una relación inversa no es significativa.

Tabla 31

Relación de la piedra chancada y arena gruesa con las propiedades Mecánicas del concreto poroso

Piedra Chancada y Arena Gruesa	Propiedades Mecánicas del Concreto Poroso	
	Resistencia a la compresión	Resistencia a la flexión
<i>Correlación</i>	-0.941	0.669
<i>p - valor</i>	0.219	0.533

Nota. Base de resultados de fichas de laboratorio.

En cuanto a la correlación entre la piedra chancada y arena gruesa con cada una de las propiedades mecánicas del concreto poroso se determinó que: la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación negativa alta con la resistencia a la compresión con un valor de -0.941 y una significancia de 0.219 mayor al 0.05, es decir que existe una relación inversa pero no es significativa y finalmente la piedra chancada y arena gruesa tiene una correlación positiva alta con la resistencia a la flexión con un valor de 0.669 y una significancia de 0.533 mayor al 0.05, es decir que existe una relación directa no significativa.

CONCLUSIONES

- El concreto poroso [piedra chancada y arena gruesa] evaluado determinó que las propiedades físicas de asentamiento [cm], temperatura [°C] y peso unitario [kg/m^3], mecánicas de resistencia a la compresión [$28 \text{ kg}/\text{cm}^2$ a $281 \text{ kg}/\text{cm}^2$] y flexión [$10 \text{ kg}/\text{cm}^2$ a $39 \text{ kg}/\text{cm}^2$] e hidráulicas coeficiente de permeabilidad [$0.14 \text{ cm}/\text{s}$ a $1.22 \text{ cm}/\text{s}$] de los 18 diseños, los diseños D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 y D17 cumplen con lo indicado en la normativa ACI -522R-10 para las propiedades físico – mecánicas e hidráulicas del concreto poroso y los diseños D9, D11, D12 y D13 cumplen con los parámetros físicos e hidráulicos, sin embargo, superan las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión establecida en la normativa. Por otra parte, los diseños D1, D10, D14, D15, D16 y D18 no se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma.
- Se estableció de la comparación técnica – económica y ambiental, que el concreto poroso es una unidad que permite un ahorro técnico y económico, además, no impacta potencialmente en el ambiente, debido a que se hace uso de materiales como cemento, agregado fino y agua en menor cantidad y su costo de S/ 332.90 difiere en S/ 6.63 del concreto convencional.
- Se determinó que la piedra chancada y la arena gruesa tienen una correlación negativa alta con las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso, con un valor de -0.837 y una significancia de 0.368 mayor al 0.05, es decir que las variables se relacionan inversamente, sin embargo no existe una relación significativa; por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula donde la piedra chancada y arena gruesa no se relaciona significativamente con las propiedades Físico – Mecánicas del concreto poroso.

RECOMENDACIONES Y O SUGERENCIAS

- El concreto poroso de piedra chancada y arena gruesa es una composición idónea para el uso en la construcción de parques, estacionamientos, vías de bajo tránsito, entre otros, sobre todo en localidades que presentan fuertes precipitaciones como se observa en la provincia de Chota.
- La municipalidad provincial de Chota debe efectuar un análisis económico, técnico y ambiental con el fin de establecer costos, usos y su impacto en el medio ambiente en obras de construcción que se podría utilizar concreto poroso manteniendo así las medidas adecuadas de seguridad, costos y rangos de impacto en el ambiente.
- El uso de materiales como piedra chancada y arena gruesa en la elaboración de concreto poroso debe considerar las proporciones indicadas en la norma ACI-522R-10, esto con la finalidad de evitar rangos inferiores de permeabilidad que afectan con el tiempo a la durabilidad de las construcciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto—Teoría y Problemas* (2° ed.). Editorial San Marcos. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-san-pablo/mecanica/otros/356721507-306087568-tecnologia-del-concreto-flavio-abanto-pdf/4282817/view>
- Aire, C. (2011). Concreto permeable: Alternativas sustentables. *Construcción y Tecnología en Concreto*. <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>
- American Concrete Institute 522R-10. (2010). *Report on Pervious Concrete*.
- ACI CT-13. (2013). *Terminología del hormigón*. https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=CT13&Language=English&Units=US_Units
- ACI 211.3R-02. (2009). *Guía para la Selección de Proporciones para Concreto 0 Slump*.
- ACI 318S-08. (2008). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario*.
- American Society of Testing Materials C33. (2016). *Especificación estándar para agregados para concreto*.
- ASTM C39. (2001). *Método de prueba estándar para la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón*.
- ASTM C143. (2010). *Método de prueba estándar para el asentamiento del hormigón de cemento hidráulico*.
- ASTM C172. (2014). *Práctica estándar para el muestreo de concreto recién mezclado*.
- ASTM C260-06. (2010). *Especificación Normalizada de Aditivos Incorporadores de Aire para Concreto*. <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C260-06-SP.htm>

- ATM C494. (2017). *Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto*.
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C494C494M-08A-SP.htm>
- Asencio, L. (2017a, 24 de noviembre). *Intensa lluvia provocó inundaciones en el distrito de Baños del Inca*. Radio Programas del Perú [RPP].
<https://rpp.pe/peru/cajamarca/intensa-lluvia-provoco-inundaciones-en-el-districto-de-banos-del-inca-noticia-1090772>
- Asencio, L. (2017b, 6 de diciembre). *COER informa que más de 500 cajamarquinos resultaron afectados con inundaciones*. Radio Programas del Perú [RPP].
<https://rpp.pe/peru/cajamarca/coer-informa-que-mas-de-500-cajamarquinos-resultaron-afectados-con-inundaciones-noticia-1093024>
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista ingeniería de construcción*, 30(2), 99-108. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>
- Benites, J. (2014). *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera río Jequetepeque y aditivo Chemaplast* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/522/T%20620.19%20B467%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabello, S., Campuzano, L., Espinoza, J., & Sánchez, C. (2015). Concreto poroso: Constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización. *Cumbres*, 1(1), 64-69.
- Ccana, J., & Choque, H. (2016). *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo super plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm²*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio Institucional UANDINA.
<http://repositorio.uandina.edu.pe:8080/xmlui/handle/UAC/710>

- Chaiña, J., & Villanueva, Y. (2017). *Diseño de Concreto Permeable, para pavimentos rígidos utilizando Piedra Huso 67 y Arena Gruesa de la Cantera La Poderosa, para la ciudad de Arequipa* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional UCSM. <https://tesis.ucsm.edu.pe:80/repositorio/handle/UCSM/6038>
- Díaz, Y. (2017). *Diseño de mezcla de concreto permeable elaborado con aditivo y adición de fibra de polipropileno para uso en pavimentos, en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1024/INFORME%20TESIS%20YOVANA%20DIAZ%20SILVA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- El Comercio. (2016, 7 de enero). Inacal: «La calidad no necesariamente tiene que ser cara». *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/economia/peru/inacal-calidad-necesariamente-cara-208141-noticia>
- Flores, C., & Pacompia, I. (2015). *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos F'c 175 kg/cm2 en la Ciudad de Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2230>
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5° ed.). Editorial Mc Graw-Hill/Interamericana Editores. https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Portland Cement Association. https://issuu.com/daniel0252/docs/dise_o_y_control_de_mezclas_de_con
- La República. (2017, 17 de marzo 17). EsSalud pide prevenir enfermedades gastrointestinales en zonas inundadas. *La República*. <https://larepublica.pe/sociedad/857293-essalud-pide-prevenir-enfermedades-gastrointestinales-en-zonas-inundadas/>

- Laguna, J. A., & Piedrahita, O. J. (2017). *Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en Cartagena De Indias para uso de pavimentos en parqueaderos* [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. Repositorio Institucional UNICARTAGENA. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/4153>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Martínez, B. (2017). *Desarrollo de árido soluble para fabricación de hormigones porosos* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña]. Repositorio Institucional UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/85961?locale-attribute=es>
- Montejo Fonseca, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos* (3° ed.). Editorial Universidad Católica de Colombia.
- Municipalidad Provincial de Chota [MPCH]. (2019, 23 enero). *Ubicación Geográfica*. Municipalidad Provincial de Chota [MPCH] <https://www.munichota.gob.pe/index.php/municipalidad/ubicacion>
- Neville, A. M. (1999). *Tecnología del Concreto* (1° ed.). Editorial M. en A. Soledad Moliné Venanzi. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-oaxaca/tecnologia-del-concreto/otros/tecnologia-del-concreto-adam-neville/7366370/view>
- Norma Chilena Oficial 163Of79. (1979). *Áridos para morteros y hormigones—Requisitos generales*. Instituto Nacional de Normalización. <https://www.cesmec.cl/medios/DIC/normas/NCh163Of79.pdf>
- Norma Técnica Peruana [NTP] 339.034. (2008). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.

- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 339.036. (1999). *Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 339.078. (2012). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- <https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion-pdf>
- NTP 339.083. (2003). *Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 339.183. (2013). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 339.185. (2013). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 400.011. (2008). *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 400.012. (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*.
- NTP 400.017. (2011). *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.

- NTP 400.019. (2014). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 400.021. (2002). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- NTP 400.037 (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI.
- Núñez, R. (2016, 7 de marzo). Así lucen las calles recientemente asfaltadas en Chota. *Radio Chota*.
<http://www.radiochota.com/index.php/locales/item/427-asi-lucen-las-calles-recientemente-asfaltadas-en-chota>
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú* (2° ed.). Editorial Colegio de Ingenieros del Perú [CIP].
https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru
- Real Academia Española. Análisis. (s. f.). En *Diccionario de la lengua española—Edición del Tricentenario*. Recuperado 11 de diciembre de 2020, de <https://dle.rae.es/análisis>
- Real Academia Española [RAE]. Permeabilidad. (s. f.). En *Diccionario de la lengua española—Edición del Tricentenario*. <https://dle.rae.es/permeable>
- Reglamento Nacional de Edificaciones [E060-concreto armado]. (2018). Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Rivva López, E. (2014a). *Diseño de Mezclas* (2° ed., Vol. 2). Fondo editoria ICG.

Rivva López, E. (2014b). *Materiales para el Concreto* (3° ed., Vol. 1). Fondo editorial ICG.

Ruiz, N. (2017, 4 de noviembre). 2017: Un recuento de los desastres naturales más devastadores. *Noticieros Televisa*.
<https://noticieros.televisa.com/especiales/2017-recuento-desastres-naturales-mas-devastadores/>

APÉNDICES

APÉNDICE 1. Ficha Técnica del Cemento Pacasmayo Tipo I



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
 Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
 Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
 Pacasmayo, 23 de Febrero del 2018

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.1	Máximo 6.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.60	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3740	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECÍFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	30.1 (307)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	36.9 (376)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	43.2 (441)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	158	Mínimo 45
Fraguado Final	min	272	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-01-2018 al 31-01-2018.
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Diciembre 2017.
 (*) Requisito opcional.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

APÉNDICE 2. Ficha Técnica del Aditivo Plastificante Sika



HOJA TÉCNICA Sika® Cem Plastificante

Super plastificante para mezclas de Concreto Y Mortero

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Cem Plastificante es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada.

Sika® Cem Plastificante no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Sika® Cem está particularmente indicado para:

- Todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para lograr reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Cem Plastificante tiene las siguientes ventajas:

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras.

NORMAS

ESTÁNDARES

Sika® Cem Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y tipo G.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Pardo oscuro.

PRESENTACIÓN

- Envase PET x 4 L
- Balde x 20 L

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1,20 kg/L ± 0,02 USGBC VALORACIÓN LEED Sika® Cem Plastificante cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg. ▪ Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Adicionar a la mezcla de concreto preferentemente una vez amasado y haciendo un re-mezclado de al menos 1 minuto por cada tanda. PRECAUCIONES Limpie todas la herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
BASES	Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.
RESTRICCIONES LOCALES	Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.
INFORMACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE	Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.
NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 2
la misma que deberá ser destruida"**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Cem Plastificante :

1.- SIKa PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKa CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas"
de Lurín S/N - Mz "B" Lote 3 y
0, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® Cem Plastificante
22.01.15, Edición 3

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Tel: 018-0060
Fax: 018-0070
Mail: Informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.



APÉNDICE 3. Ensayos de agregado fino y grueso

Ficha 1.

Análisis granulométrico de agregado fino

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA			
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	
FECHA:			22/01/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO (NTP 400.012)

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: Conchán - Chota

Agregado: Arena

DATOS DEL ENSAYO

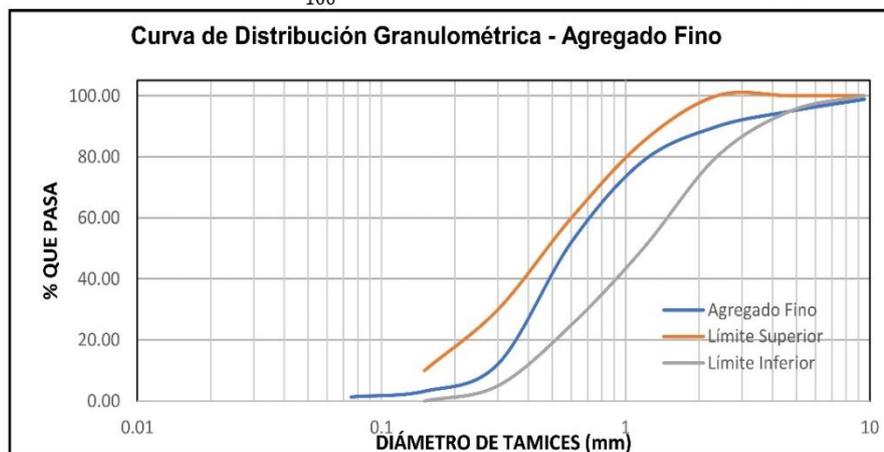
Peso de la Muestra: 1296.55 g

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8"	9.5	14.2	1.10	1.10	98.90
# 4	4.75	48.2	3.72	4.81	95.19
# 8	2.36	61.36	4.73	9.55	90.45
# 16	1.18	120.2	9.27	18.82	81.18
# 30	0.6	302.2	23.31	42.12	57.88
# 50	0.3	578.29	44.60	86.73	13.27
# 100	0.15	156.9	12.10	98.83	1.17
# 200	0.075	10.2	0.79	99.61	0.39
CAZUELA	--	5	0.39	100.00	0.00
TOTAL		1296.55	Modulo de finura Mf=		2.62

Módulo de Finura (Mf)

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. en los tamices } 1\frac{1}{2}; \frac{3}{4}; \frac{3}{8}; \#4; \#8; \#16; \#30; \#50; \#100}{100}$$

Mf= 2.62



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA			
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

FECHA: 22/01/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO (NTP 400.012)

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: Conchán - Chota
Agregado: Arena

DATOS DEL ENSAYO

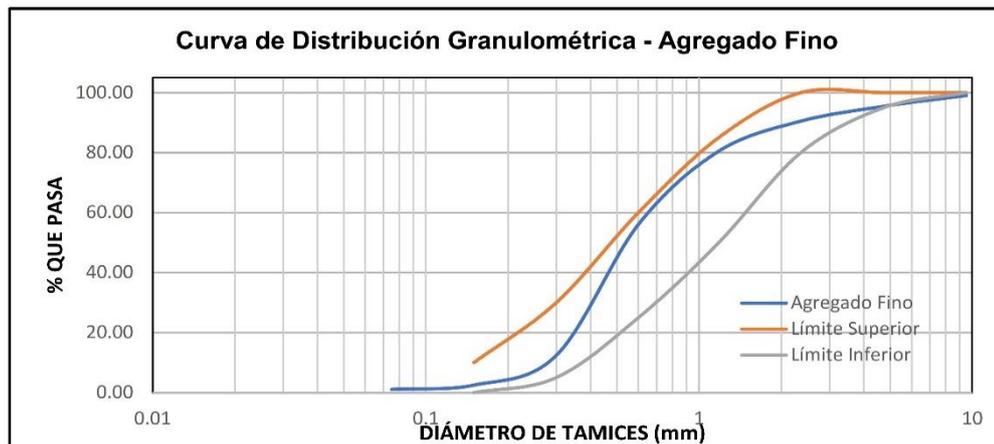
Peso de la Muestra: 1529.9 g

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8"	9.5	15	0.98	0.98	99.02
# 4	4.75	54.3	3.55	4.53	95.47
# 8	2.36	76.5	5.00	9.53	90.47
# 16	1.18	153.6	10.04	19.57	80.43
# 30	0.6	372.4	24.34	43.91	56.09
# 50	0.3	668.7	43.71	87.62	12.38
# 100	0.15	150.8	9.86	97.48	2.52
# 200	0.075	22.4	1.46	98.94	1.06
CAZUELA	-.-	16.2	1.06	100.00	0.00
TOTAL		1529.9	Modulo de finura Mf=		2.64

Módulo de Finura (Mf)

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. en los tamices } 1\frac{1}{2}; \frac{3}{4}; \frac{3}{8}; \#4; \#8; \#16; \#30; \#50; \#100}{100}$$

Mf= 2.64



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA			
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

FECHA: 22/01/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO (NTP 400.012)

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: Conchán - Chota
Agregado: Arena

DATOS DEL ENSAYO

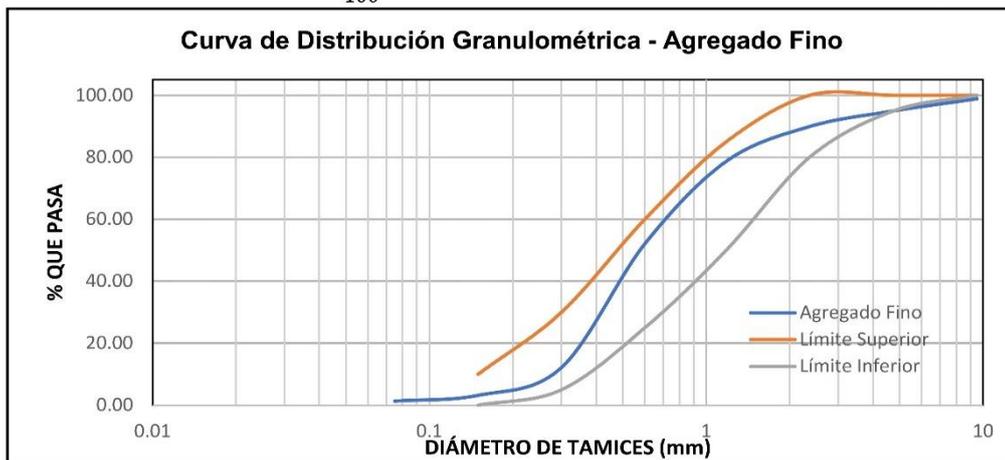
Peso de la Muestra: 1412 g

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8"	9.5	16.3	1.15	1.15	98.85
# 4	4.75	55.2	3.91	5.06	94.94
# 8	2.36	71.3	5.05	10.11	89.89
# 16	1.18	158.8	11.25	21.36	78.64
# 30	0.6	375.4	26.59	47.95	52.05
# 50	0.3	563.2	39.89	87.83	12.17
# 100	0.15	126.3	8.94	96.78	3.22
# 200	0.075	26.5	1.88	98.65	1.35
CAZUELA	-.-	19	1.35	100.00	0.00
TOTAL		1412	Modulo de finura Mf=		2.70

Módulo de Finura (Mf)

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. en los tamices } \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, \#4, \#8, \#16, \#30, \#50, \#100}{100}$$

Mf= 2.70





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA (UNACH)**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

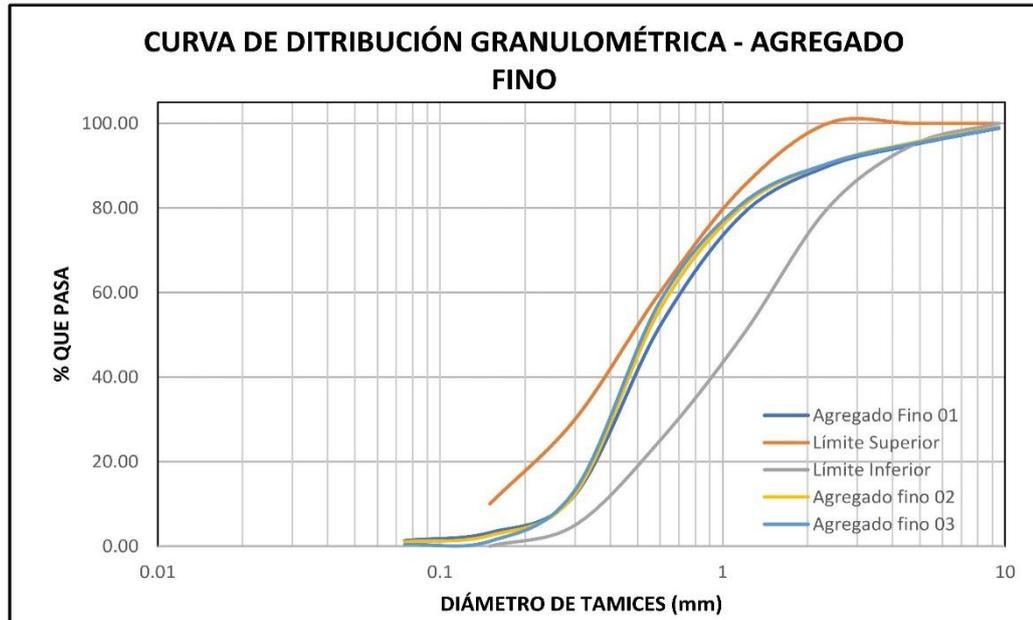
**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO
POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA**

TESISTA:

OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

FECHA:

22/01/2019



Ficha 2.

Análisis granulométrico de agregado grueso

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

FECHA: 23/01/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.012)

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: La Torre C.P Choctapata Rojas pampa - Chota
 Agregado: Piedra chancada

DATOS DEL ENSAYO

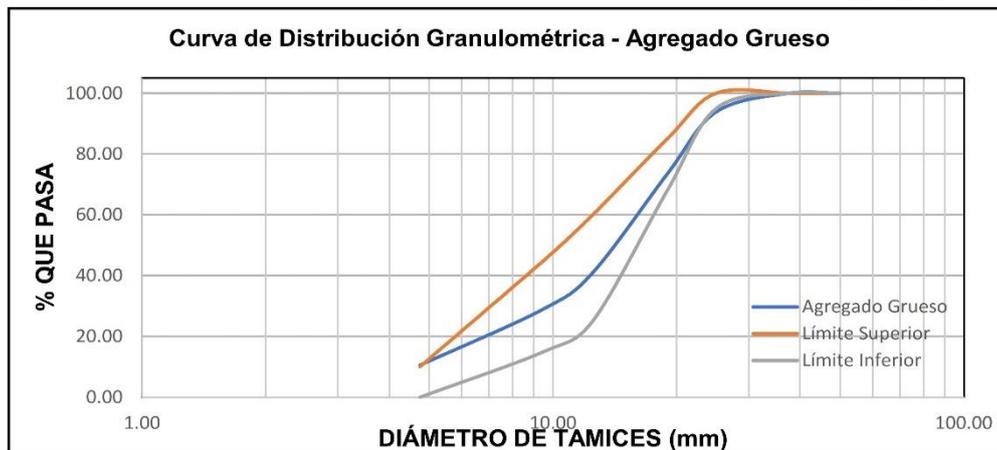
Peso de la Muestra: 11.57 Kg

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.71	6.14	6.14	93.86
3/4"	19.00	2.36	20.40	26.53	73.47
1/2"	12.50	3.76	32.50	59.03	40.97
3/8"	9.50	1.38	11.93	70.96	29.04
#4	4.75	2.14	18.50	89.46	10.54
CAZUELA	-.-	1.22	10.54	100.00	0.00
TOTAL		11.57		Modulo de finura Mf=	6.87

Módulo de Finura (Mf)

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. en los tamices } \frac{1}{2}; \frac{3}{4}; \#4; \#8; \#16; \#30; \#50; \#100}{100}$$

Mf= 6.87



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
	TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	
			FECHA: 23/01/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.012)

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: La Torre C.P Choctapata Rojasampa - Chota
 Agregado: Piedra chancada

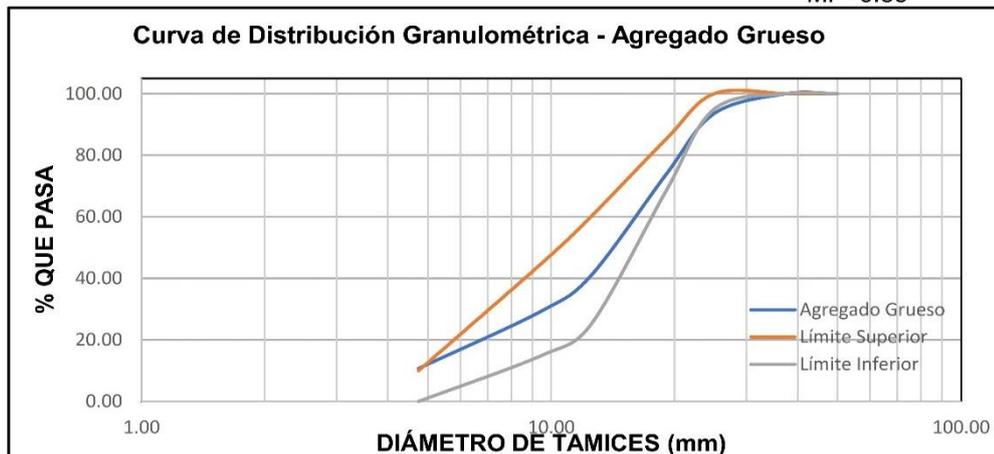
DATOS DEL ENSAYO

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
2"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.80	7.58	7.58	92.42
3/4"	2.36	2.27	21.50	29.07	70.93
1/2"	1.18	2.97	28.13	57.20	42.80
3/8"	0.60	1.07	10.13	67.33	32.67
#4	0.30	2.23	21.12	88.45	11.55
CAZUELA	-.-	1.22	11.55	100.00	0.00
TOTAL		10.56	Modulo de finura Mf=		6.85

Módulo de Finura (Mf)

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. en los tamices } \frac{1}{2}; \frac{3}{4}; \frac{3}{8}; \#4; \#8; \#16; \#30; \#50; \#100}{100}$$

Mf= 6.85



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

FECHA: 23/01/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.012)

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: La Torre C.P Choctapata Rojasampa - Chota
Agregado: Piedra chancada

DATOS DEL ENSAYO

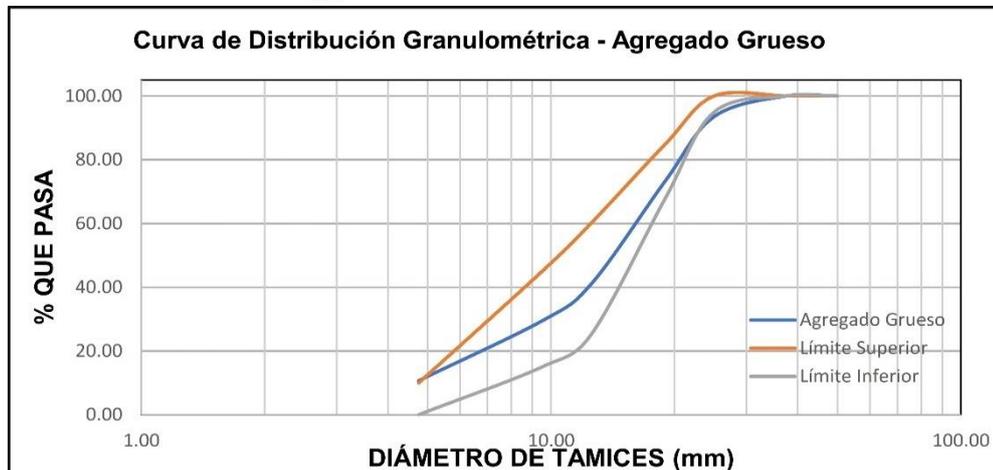
Peso de la Muestra: 11.67 Kg

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.75	6.43	6.43	93.57
3/4"	19.00	2.35	20.14	26.56	73.44
1/2"	12.50	3.80	32.56	59.13	40.87
3/8"	9.50	1.33	11.40	70.52	29.48
#4	4.75	2.19	18.77	89.29	10.71
CAZUELA	-.-	1.25	10.71	100.00	0.00
TOTAL		11.67	Modulo de finura Mf=		6.86

Módulo de Finura (Mf)

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ Ret. Acum. en los tamices } \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, \#4, \#8, \#16, \#30, \#50, \#100}{100}$$

Mf= 6.86





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA (UNACH)**

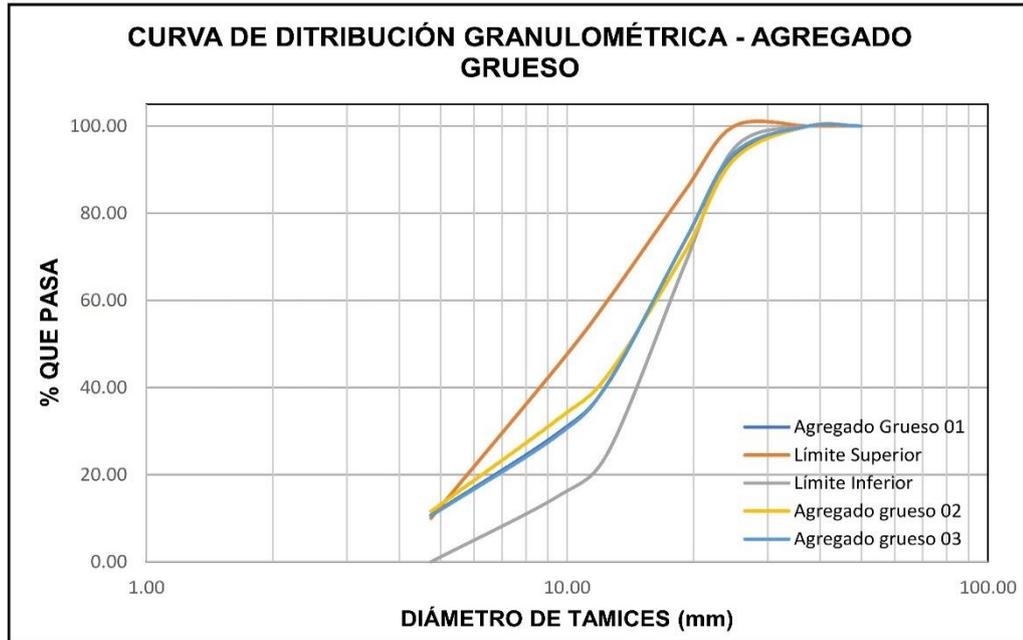


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO
UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA**

TESISTA: OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

FECHA: 23/01/2019



Ficha 3.

Contenido de humedad de los agregados fino y grueso

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

FECHA: 24/01/2019

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)

Contenido de Humedad del Agregado Fino

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso de tara (g)	80.00	82.70	78.60
Peso de tara + muestra húmeda (g)	1432.10	1386.10	1369.00
Peso de tara + muestra seca (g)	1411.40	1366.50	1349.90
% de humedad	1.45%	1.41%	1.40%
Promedio (%)	1.42%		

Contenido de Humedad del Agregado Grueso

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso de tara (g)	78.10	80.00	82.70
Peso de tara + muestra húmeda (g)	1608.10	1778.00	1723.90
Peso de tara + muestra seca (g)	1598.90	1768.70	1715.40
% de humedad	0.57%	0.52%	0.49%
Promedio (%)	0.53%		

Ficha 4.

Peso unitario del agregado fino suelto y compactado

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	
FECHA:		23/01/2019

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.017)

Agregado Fino Suelto

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso del recipiente (Kg)	1.65	1.65	1.65
Peso del recipiente + muestra (Kg)	5.98	5.94	5.96
Peso de la muestra (Kg)	4.33	4.29	4.31
Volumen del molde (m ³)	0.0028	0.0028	0.0028
Peso unitario del agregado (Kg/m ³)	1538.14	1523.93	1531.04
Peso unitario promedio (Kg/m ³)	1531.04		

Agregado Fino Compactado

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso del recipiente (Kg)	1.65	1.65	1.65
Peso del recipiente + muestra (Kg)	6.18	6.12	6.16
Peso de la muestra (Kg)	4.53	4.47	4.51
Volumen del molde (m ³)	0.0028	0.0028	0.0028
Peso unitario del agregado (Kg/m ³)	1609.19	1587.87	1602.08
Peso unitario promedio (Kg/m ³)	1599.71		

Ficha 5.*Peso unitario del agregado grueso suelto y compactado*

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
	TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ
	FECHA:	23/01/2019

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.017)**Agregado Grueso Suelto**

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso del recipiente (Kg)	4.65	4.65	4.65
Peso del recipiente + muestra (Kg)	18.45	18.49	18.52
Peso de la muestra (Kg)	13.8	13.84	13.87
Volumen del molde (m ³)	0.0093	0.0093	0.0093
Peso unitario del agregado (Kg/m ³)	1479.30286	1483.59069	1486.80657
Peso unitario promedio (Kg/m ³)	1483.23		

Agregado Grueso Compactado

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso del recipiente (Kg)	4.65	4.65	4.65
Peso del recipiente + muestra (Kg)	19.4	19.33	19.34
Peso de la muestra (Kg)	14.75	14.68	14.69
Volumen del molde (m ³)	0.0093	0.0093	0.0093
Peso unitario del agregado (Kg/m ³)	1581.14	1573.64	1574.71
Peso unitario promedio (Kg/m ³)	1576.49		

Ficha 6.

Peso específico y absorción del agregado fino

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

FECHA: 30/01/2019

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL FINO (NTP 400.022)

ENSAYO	1°	2°	3°
A= Masa de la muestra seca al horno (g)	491.20	490.83	491.16
B= Masa del picnómetro + el agua (g)	663.85	663.89	663.83
C= Masa del picnómetro + el agua + muestra (g)	970.00	973.22	971.25
S= Masa de la muestra saturada superficialmente seca (g)	500.00	500.00	500.00

PESO ESPECÍFICO DE MASA (Pem)

$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)

$$P_{em} = \frac{S}{B + S - C}$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)

$$P_{em} = \frac{A}{B + A - C}$$

ABSORCIÓN (Ab (%))

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

ENSAYO	1°	2°	3°	Promedio
Pem	2.53	2.57	2.55	2.55
PeSSS	2.58	2.62	2.60	2.60
Pea	2.65	2.70	2.67	2.68
Ab (%)	1.79%	1.87%	1.80%	1.82%

Ficha 7.

Peso específico y absorción del agregado grueso

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

FECHA: 31/01/2019

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021)

ENSAYO	1°	2°	3°
Peso de la cesta en el aire (g)	990.70	990.70	990.70
Peso de la cesta + Muestra saturada con superficie seca al aire (g)	6384.20	6384.20	6384.20
B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (g)	5393.50	5393.50	5393.50
Peso de la cesta en el agua (g)	862.40	861.20	863.00
Peso de la cesta + la muestra sumergida en el agua (g)	4235.80	4236.80	4237.80
C= Peso en el agua de la muestra saturada (g)	3373.40	3375.60	3374.80
A= Peso de la muestra seca en el aire (g)	5350.00	5348.50	5348.49

PESO ESPECÍFICO DE MASA (Pem)

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE (Pea)

$$P_{eA} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

ABSORCIÓN (Ab)

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

Ensayo	1°	2°	3°	Promedio
A	5350.00	5348.50	5348.49	5349.00
B	5393.50	5393.50	5393.50	5393.50
C	3373.40	3375.60	3374.80	3374.60
Pe	2.65	2.65	2.65	2.65
PeSSS	2.67	2.67	2.67	2.67
Pa	2.71	2.71	2.71	2.71
Ab(%)	0.81	0.84	0.84	0.83

Ficha 8.

Resistencia al desgaste del agregado grueso

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

FECHA: 25/01/2019

RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO MAQUINA DE LOS ANGELES (NTP 400.019 y ASTM C-131)

Muestra N°	1
Gradación usada	A
No. de esferas	12
No. de revoluciones	500

Mallas				Pesos por Tamaño	
PASA		RETENIDO		Especificados	Ensayados
mm	in	mm	in		
76,1	3	64,0	2 1/2		
64,0	2 1/2	50,8	2		
50,8	2	38,1	1 1/2		
38,1	1 1/2	25,4	1	1,250.0	1,250.02
25,4	1	19,0	3/4	1,250.0	1,250.10
19,0	3/4	12,7	1/2	1,250.0	1,250.06
12,7	1/2	9,5	3/8	1,250.0	1,250.08
9,5	3/8	6,3	No 3		
6,3	No 3	4,8	No 4		
4,8	No 4	2,4	No 8		

Peso muestra inicial (g)	5,000.26
Peso muestra final (g)	3,702.60
Pérdida (g)	1,297.66
Desgaste (%)	25.95

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

FECHA: 25/01/2019

**RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO
MAQUINA DE LOS ANGELES (NTP 400.019 y ASTM C-131)**

Muestra N°	2
Gradación usada	A
No. de esferas	12
No. de revoluciones	500

Mallas				Pesos por Tamaño	
PASA		RETENIDO		Especificados	Ensayados
mm	in	mm	in		
76,1	3	64,0	2 1/2		
64,0	2 1/2	50,8	2		
50,8	2	38,1	1 1/2		
38,1	1 1/2	25,4	1	1,250.0	1,250.03
25,4	1	19,0	3/4	1,250.0	1,250.14
19,0	3/4	12,7	1/2	1,250.0	1,250.12
12,7	1/2	9,5	3/8	1,250.0	1,250.07
9,5	3/8	6,3	No 3		
6,3	No 3	4,8	No 4		
4,8	No 4	2,4	No 8		

Peso muestra inicial (g)	5,000.36
Peso muestra final (g)	3,630.20
Pérdida (g)	1,370.16
Desgaste (%)	27.40

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

FECHA: 25/01/2019

**RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO
MAQUINA DE LOS ANGELES (NTP 400.019 y ASTM C-131)**

Muestra N°	3
Gradación usada	A
No. de esferas	12
No. de revoluciones	500

Mallas				Pesos por Tamaño	
PASA		RETENIDO		Especificados	Ensayados
mm	in	mm	in		
76,1	3	64,0	2 1/2		
64,0	2 1/2	50,8	2		
50,8	2	38,1	1 1/2		
38,1	1 1/2	25,4	1	1,250.0	1,250.12
25,4	1	19,0	3/4	1,250.0	1,250.01
19,0	3/4	12,7	1/2	1,250.0	1,250.13
12,7	1/2	9,5	3/8	1,250.0	1,250.03
9,5	3/8	6,3	No 3		
6,3	No 3	4,8	No 4		
4,8	No 4	2,4	No 8		

Peso muestra inicial (g)	5,000.29
Peso muestra final (g)	3,675.70
Pérdida (g)	1,324.59
Desgaste (%)	26.49

Promedio de Desgaste	26.6144
-----------------------------	----------------

APÉNDICE 4. Diseños de mezcla de concreto poroso

Ficha 9.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 1

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 1 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

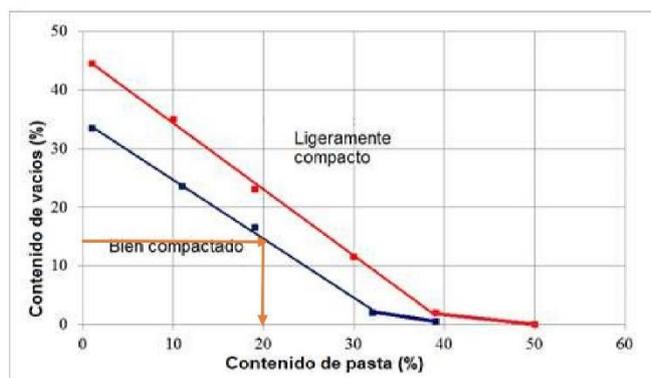
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.35
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	Sin finos
Sika Cem Plastificante	Sin aditivo
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.35c/1000$$

Cemento	c=	296.44 kg
Agua de diseño	a=	103.75 l
Aditivo	Ad=	No aplica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 1 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_0} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/b ₀	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1560.73 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.59 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino	=	No aplica
Peso del ag. Fino	=	No aplica

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	296.44	kg/m ³
Agua de diseño	=	103.75	l/m ³
Agregado grueso	=	1560.73	kg/m ³
Agregado fino	=	No aplica	kg/m ³
Aditivo	=	No aplica	ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\text{Agua efectiva:} = \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso}) / 100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino}) / 100$$

$$= 108.44 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso:} = \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso} / 100)$$

$$= 1569.00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino:} = \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino} / 100)$$

$$\text{No aplica} \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento:} = 296.44 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 1 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	296.44	kg/m ³
Agua efectiva:	108.44	l/m ³
Agregado grueso:	1569.00	kg/m ³
Agregado fino:	No aplica	kg/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 296.44	:	Ag. Fino No aplica	:	Ag. Grueso 1569.00	:	Agua 108.44	*42.5
296.44		No aplica		296.44		296.44	
1	:	No aplica	:	5.29	:	15.55	l/bolsa

Cemento:	8.39	kg/pie ³
Agua efectiva:	3.07	l/pie ³
Agregado grueso:	44.43	kg/pie ³
Agregado fino:	No aplica	kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 1 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	34.40	kg
Agua de diseño	=	12.58	l
Agregado grueso	=	182.08	kg
Agregado fino	=	0.00	kg
Aditivo	=	0.00	ml
Total	=	229.07	kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 1 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00	pulgadas
Temperatura:	17.80	°C
Contenido de aire:	14.70%	

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.35 kg
Peso unitario	2088.11 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento:} \quad \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.110$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	= $\text{Ag. Grueso} \cdot \{(\text{Humedad-Absorción})/100\}$	-0.54625
Aporte de humedad del agregado fino:	= $\text{Ag. Fino} \cdot \{(\text{Humedad-Absorción})/100\}$	0.00
Volumen absoluto de cemento:	= $\text{Cemento kg} / \text{Pe Cemento}$	0.011 m ³
Volumen absoluto de agua:	= $\{ \text{Agua de diseño} + \text{Ap. Humedad Ag. Grueso} + \text{Ap. Humedad Ag. Fino} \} / 1000$	0.012 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	= $\{ \text{Ag. grueso} + \text{Ap. Humedad Ag. Grueso} \} / \text{Pe Ag. grueso}$	0.069 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	= $\{ \text{Ag. Fino} + \text{Ap. Humedad Ag. Fino} \} / \text{Pe Ag. Fino}$	0.000 m ³
Total de volumen absoluto:	= $\Sigma \text{ volúmenes absolutos}$	0.092 m ³
Porcentaje de vacíos :	= $\{ \text{Rendimiento} - \Sigma \text{ volúmenes absolutos} \} / \text{Rendimiento} \cdot 100$	16.02 %

Ficha 10.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 2

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 2 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

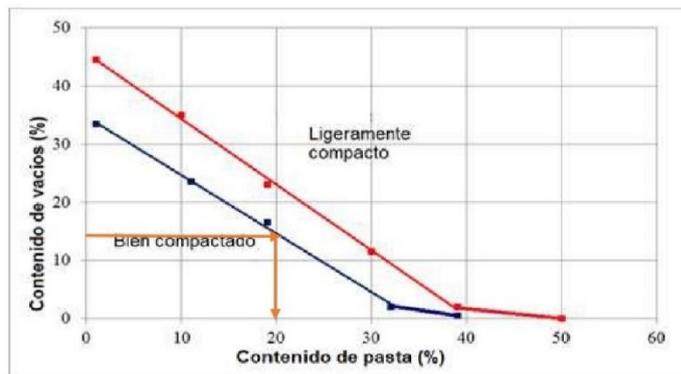
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	Sin finos
Sika Cem Plastificante	Sin aditivo
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento

c= 320.17 kg

Agua de diseño

a= 96.05 l

Aditivo

Ad= No aplica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 2 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_0} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/b ₀	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1560.73 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.59 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = No aplica
Peso del ag. Fino = No aplica

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	320.17 kg/m ³
Agua de diseño	=	96.05 l/m ³
Agregado grueso	=	1560.73 kg/m ³
Agregado fino	=	No aplica kg/m ³
Aditivo	=	No aplica ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\text{Agua efectiva:} = \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso})/100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino})/100$$

$$= 100.73 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso:} = \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso}/100)$$

$$= 1569.00 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino:} = \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino}/100)$$

$$\text{No aplica kg/m}^3$$

$$\text{Cemento:} = 320.17 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 2 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	320.17 kg/m ³
Agua efectiva:	100.73 l/m ³
Agregado grueso:	1569.00 kg/m ³
Agregado fino:	No aplica kg/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 320.17 ----- 320.17	:	Ag. Fino No aplica ----- No aplica	:	Ag. Grueso 1569.00 ----- 320.17	:	Agua 100.73 ----- 320.17	*42.5
1	:	No aplica	:	4.90	:	13.37	l/bolsa

Cemento:	9.07 kg/pie ³
Agua efectiva:	2.85 l/pie ³
Agregado grueso:	44.43 kg/pie ³
Agregado fino:	No aplica kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 2 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	37.16 kg
Agua de diseño	=	11.69 l
Agregado grueso	=	182.08 kg
Agregado fino	=	0.00 kg
Aditivo	=	0.00 ml
Total	=	230.93 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 2 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	17.60 °C
Contenido de aire:	14.00%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente + concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.30 kg
Peso unitario	2080.93 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.111$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.54625
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	0.00
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.012 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.011 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.069 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.000 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.092 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos) /Rendimiento*100	16.99 %

Ficha 11.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 3

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

DISEÑO N° 3 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

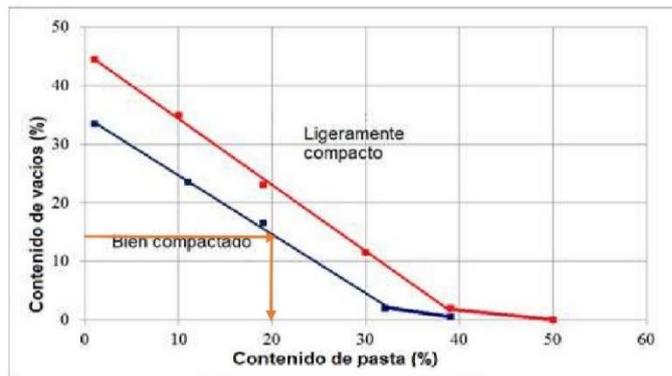
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	Sin finos
Sika Cem Plastificante	Plastificante
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PEc + a/PEa$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento	c=	320.17 kg
Agua de diseño	a=	96.05 l
Aditivo	Ad=	1883.33 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

DISEÑO N° 3 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_0} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/b ₀	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1560.73 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.59 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = No aplica
Peso del ag. Fino = No aplica

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	320.17 kg/m ³
Agua de diseño	=	96.05 l/m ³
Agregado grueso	=	1560.73 kg/m ³
Agregado fino	=	No aplica kg/m ³
Aditivo	=	1883.33 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua efectiva:} &= \text{Agua de diseño} - \left(\frac{\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso}}{100} \right) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * \left(\frac{\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino}}{100} \right) \\ &= 99.16 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso:} &= \text{Ag. Grueso} * \left(\frac{\text{Humedad Ag. Grueso}}{100} \right) \\ &= 1569.00 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino:} &= \text{Ag. Fino} * \left(\frac{\text{Humedad Ag. Fino}}{100} \right) \\ &= \text{No aplica kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Cemento:} = 320.17 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 3 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	320.17 kg/m ³
Agua efectiva:	99.16 l/m ³
Agregado grueso:	1569.00 kg/m ³
Agregado fino:	No aplica kg/m ³
Aditivo:	1883.33 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 320.17	:	Ag. Fino No aplica	:	Ag. Grueso 1569.00	:	Agua 99.16	*42.5
320.17		No aplica		320.17		320.17	
1		No aplica		4.90		13.16	l/bolsa

Cemento:	9.07 kg/pie ³
Agua efectiva:	2.81 l/pie ³
Agregado grueso:	44.43 kg/pie ³
Agregado fino:	No aplica kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 3 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	37.16 kg
Agua de diseño	=	11.51 l
Agregado grueso	=	182.08 kg
Agregado fino	=	0.00 kg
Aditivo	=	218.56 ml
Total	=	230.75 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 3 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.45 °C
Contenido de aire:	15.00%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.72 kg
Peso unitario	2141.25 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.108$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	= $\text{Ag. Grueso} \cdot ((\text{Humedad} - \text{Absorción}) / 100)$	-0.54625
Aporte de humedad del agregado fino:	= $\text{Ag. Fino} \cdot ((\text{Humedad} - \text{Absorción}) / 100)$	0.00
Volumen absoluto de cemento:	= $\text{Cemento kg} / \text{Pe Cemento}$	0.012 m ³
Volumen absoluto de agua:	= $(\text{Agua de diseño} + \text{Ap. Humedad Ag. Grueso} + \text{Ap. Humedad Ag. Fino}) / 1000$	0.011 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	= $(\text{Ag. Grueso} + \text{Ap. Humedad Ag. Grueso}) / \text{Pe Ag. grueso}$	0.069 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	= $(\text{Ag. Fino} + \text{Ap. Humedad Ag. Fino}) / \text{Pe Ag. Fino}$	0.000 m ³
Total de volumen absoluto:	= $\Sigma \text{ volúmenes absolutos}$	0.092 m ³
Porcentaje de vacíos :	= $(\text{Rendimiento} - \Sigma \text{ volúmenes absolutos}) / \text{Rendimiento} \cdot 100$	14.68 %

Ficha 12.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 4

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

DISEÑO N° 4 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

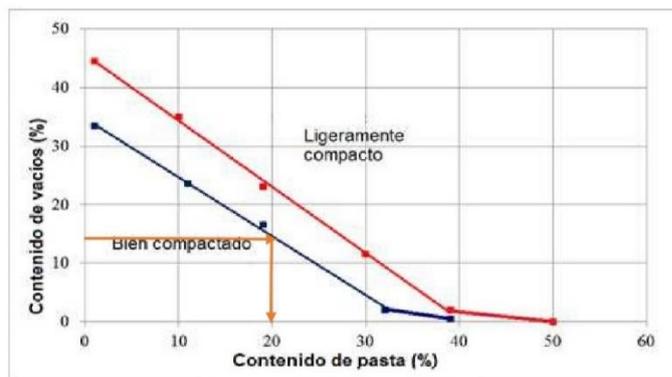
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.35
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	Sin finos
Sika Cem Plastificante	Super-plastificante
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/P_{Ec} + a/P_{Ea}$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.35c/1000$$

Cemento

c= 296.44 kg

Agua de diseño

a= 103.75 l

Aditivo

Ad= 3487.52 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 4 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_0} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/b ₀	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1560.73 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.59 m ³

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto de agregado fino} &= \text{No aplica} \\ \text{Peso del ag. Fino} &= \text{No aplica} \end{aligned}$$

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	296.44 kg/m ³
Agua de diseño	=	103.75 l/m ³
Agregado grueso	=	1560.73 kg/m ³
Agregado fino	=	No aplica kg/m ³
Aditivo	=	3487.52 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua efectiva:} &= \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso}) / 100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino}) / 100 \\ &= 105.53 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso:} &= \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso} / 100) \\ &= 1569.00 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino:} &= \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino} / 100) \\ &= \text{No aplica kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Cemento:} = 296.44 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 4 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	296.44 kg/m ³
Agua efectiva:	105.53 l/m ³
Agregado grueso:	1569.00 kg/m ³
Agregado fino:	No aplica kg/m ³
Aditivo:	3487.52 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 296.44	:	Ag. Fino No aplica	:	Ag. Grueso 1569.00	:	Agua 105.53	*42.5
296.44		No aplica		296.44		296.44	
1		No aplica		5.29		15.13	l/bolsa

Cemento:	8.39 kg/pie ³
Agua efectiva:	2.99 l/pie ³
Agregado grueso:	44.43 kg/pie ³
Agregado fino:	No aplica kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 4 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	34.40 kg
Agua de diseño	=	12.25 l
Agregado grueso	=	182.08 kg
Agregado fino	=	0.00 kg
Aditivo	=	404.73 ml
Total	=	228.73 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 4 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.00 °C
Contenido de aire:	15.30%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.72 kg
Peso unitario	2141.25 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento:} \quad \frac{\text{Total de materia}}{\text{Peso unitario}} = 0.107$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	= $\text{Ag. Grueso} \{ (\text{Humedad-Absorción}) / 100 \}$	-0.54625
Aporte de humedad del agregado fino:	= $\text{Ag. Fino} \{ (\text{Humedad-Absorción}) / 100 \}$	0.00
Volumen absoluto de cemento:	= $\frac{\text{Cemento kg} / \text{Pe Cemento}}{1000}$	0.011 m ³
Volumen absoluto de agua:	= $\frac{\text{Agua de diseño} + \text{Ap. Humedad Ag. Grueso} + \text{Ap. Humedad Ag. Fino}}{1000}$	0.012 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	= $\frac{\text{Ag. grueso}}{\text{Pe Ag. grueso}}$	0.069 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	= $\frac{\text{Ag. Fino} + \text{Ap. Humedad Ag. Fino}}{\text{Pe Ag. Fino}}$	0.000 m ³
Total de volumen absoluto:	= $\Sigma \text{ volúmenes absolutos}$	0.092 m ³
Porcentaje de vacíos :	= $\frac{\text{Rendimiento} - \Sigma \text{ volúmenes absolutos}}{\text{Rendimiento}} \times 100$	14.08 %

Ficha 13.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 5

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 5 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

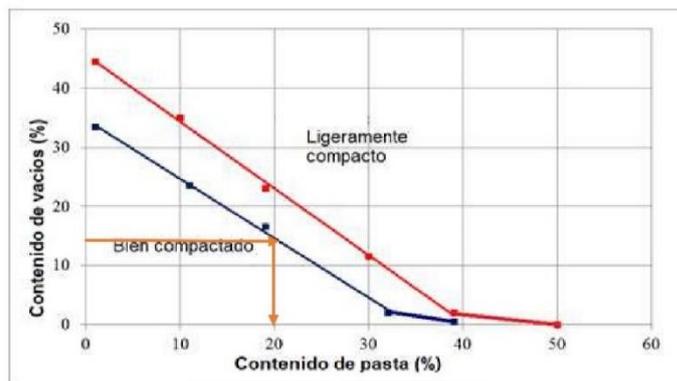
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.35
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	10.00
Sika Cem Plastificante	Sin aditivo
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PEc + a/PEa$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.35c/1000$$

Cemento

Agua de diseño

Aditivo

c= 296.44 kg

a= 103.75 l

Ad= No aplica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 5 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{bo} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1466.14 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.55 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = 0.10 m³
 Peso del ag. Fino = 246.69 kg/m³

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	296.44 kg/m ³
Agua de diseño	=	103.75 l/m ³
Agregado grueso	=	1466.14 kg/m ³
Agregado fino	=	246.69 kg/m ³
Aditivo	=	No aplica ml/m ²

7. Corrección por Humedad de los Agregados

Agua efectiva: = Agua de diseño - ((Humedad Ag. Grueso - Absorción Ag. Grueso) / 100) * (Ag. Grueso) + (Ag. Fino) * ((Humedad Ag. Fino - Absorción Ag. fino) / 100)
 = 107.17 l/m³

Agregado grueso: = Ag. Grueso * (Humedad Ag. Grueso / 100)
 = 1473.91 kg/m³

Agregado fino: = Ag. Fino * (Humedad Ag. Fino / 100)
 = 250.19 kg/m³

Cemento: = 296.44 kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 5 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	296.44 kg/m ³
Agua efectiva:	107.17 l/m ³
Agregado grueso:	1473.91 kg/m ³
Agregado fino:	250.19 kg/m ³
Aditivo:	No aplica ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	
296.44	250.19	1473.91	107.17	*42.5
296.44	296.44	296.44	296.44	
1	0.84	4.97	15.36	l/bolsa

Cemento:	8.39 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.03 l/pie ³
Agregado grueso:	41.74 kg/pie ³
Agregado fino:	7.08 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 5 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	34.40 kg
Agua de diseño	=	12.44 l
Agregado grueso	=	171.05 kg
Agregado fino	=	29.04 kg
Aditivo	=	0.00 ml
Total	=	246.92 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 5 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.20 °C
Contenido de aire:	14.70%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente + concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.27 kg
Peso unitario	2076.62 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.119$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.51315
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.12
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.011 m ³
Volumen absoluto de agua:	={Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino}/1000	0.012 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.065 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.011 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos) /Rendimiento*100	16.62 %

Ficha 14.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 6

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 6 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

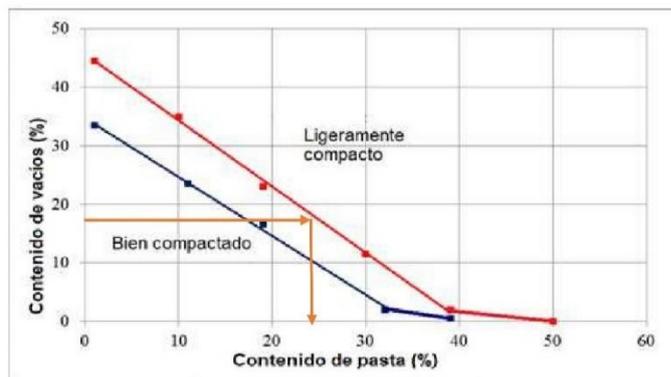
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.35
Contenido de vacíos (%)	18.00
Agregado fino (%)	10.00
Sika Cem Plastificante	Sin aditivo
Compactado	Ligeramente compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.25$$

$$0.25 = c/3080 + 0.35c/1000$$

Cemento

c= 370.55 kg

Agua de diseño

a= 129.69 l

Aditivo

Ad= No aplica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 6 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1466.14 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.12 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.18 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.55 m ³

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto de agregado fino} &= 0.02 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del ag. Fino} &= 42.69 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	370.55 kg/m ³
Agua de diseño	=	129.69 l/m ³
Agregado grueso	=	1466.14 kg/m ³
Agregado fino	=	42.69 kg/m ³
Aditivo	=	No aplica ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua efectiva:} &= \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso})/100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino})/100 \\ &= 133.92 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso:} &= \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso}/100) \\ &= 1473.91 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino:} &= \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino}/100) \\ &= 43.30 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Cemento:} = 370.55 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 6 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	370.55 kg/m ³
Agua efectiva:	133.92 l/m ³
Agregado grueso:	1473.91 kg/m ³
Agregado fino:	43.30 kg/m ³
Aditivo:	No aplica ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	
370.55	43.30	1473.91	133.92	*42.5
370.55	370.55	370.55	370.55	
1	0.12	3.98	15.36	l/bolsa

Cemento:	10.49 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.79 l/pie ³
Agregado grueso:	41.74 kg/pie ³
Agregado fino:	1.23 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 6 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	43.00 kg
Agua de diseño	=	15.54 l
Agregado grueso	=	171.05 kg
Agregado fino	=	5.02 kg
Aditivo	=	0.00 ml
Total	=	234.62 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 6 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	17.50 °C
Contenido de aire:	17.45%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente + concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	17.99 kg
Peso unitario	2036.41 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.115$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.51315
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.02
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.014 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.015 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.065 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.002 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.096 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos) /Rendimiento*100	16.94 %

Ficha 15.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 7

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA: OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ		

DISEÑO N° 7 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

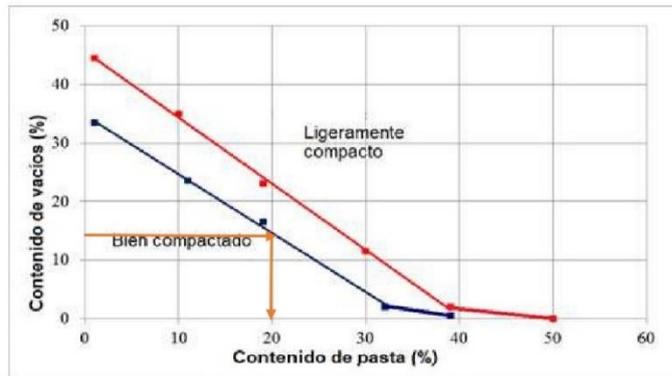
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	10.00
Sika Cem Plastificante	Plastificante
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PEc + a/PEa$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento	c=	320.17 kg
Agua de diseño	a=	96.05 l
Aditivo	Ad=	3766.66 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 7 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1466.14 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.55 m ³

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto de agregado fino} &= 0.10 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del ag. Fino} &= 246.69 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	320.17 kg/m ³
Agua de diseño	=	96.05 l/m ³
Agregado grueso	=	1466.14 kg/m ³
Agregado fino	=	246.69 kg/m ³
Aditivo	=	3766.66 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua efectiva:} &= \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso}) / 100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino}) / 100 \\ &= 96.32 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso:} &= \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso} / 100) \\ &= 1473.91 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino:} &= \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino} / 100) \\ &= 250.19 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Cemento:} = 320.17 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 7 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	320.17 kg/m ³
Agua efectiva:	96.32 l/m ³
Agregado grueso:	1473.91 kg/m ³
Agregado fino:	250.19 kg/m ³
Aditivo:	3766.66 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 320.17	:	Ag. Fino 250.19	:	Ag. Grueso 1473.91	:	Agua 96.32	*42.5
320.17		320.17		320.17		320.17	
1		0.78		4.60		12.79	l/bolsa

Cemento:	9.07 kg/pie ³
Agua efectiva:	2.73 l/pie ³
Agregado grueso:	41.74 kg/pie ³
Agregado fino:	7.08 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 7 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	37.16 kg
Agua de diseño	=	11.18 l
Agregado grueso	=	171.05 kg
Agregado fino	=	29.04 kg
Aditivo	=	437.13 ml
Total	=	248.42 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 7 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.70 °C
Contenido de aire:	14.90%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente + concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.90 kg
Peso unitario	2167.10 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.115$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.51315
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.12
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.012 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.011 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.065 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.011 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos)/Rendimiento*100	13.82 %

Ficha 16.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 8

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

DISEÑO N° 8 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

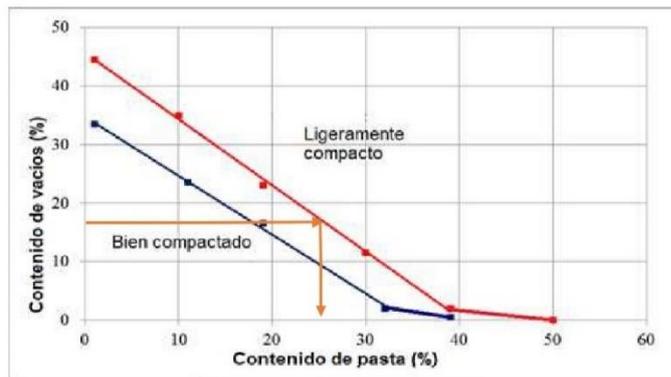
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	18.00
Agregado fino (%)	10.00
Sika Cem Plastificante	Sin aditivo
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PEc + a/PEa$$

$$V_p = 0.25$$

$$0.25 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento	c=	400.21 kg
Agua de diseño	a=	120.06 l
Aditivo	Ad=	No aplica

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 8 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1466.14 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.18 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.12 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.55 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = 0.02 m³
 Peso del ag. Fino = 42.69 kg/m³

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	400.21 kg/m ³
Agua de diseño	=	120.06 l/m ³
Agregado grueso	=	1466.14 kg/m ³
Agregado fino	=	42.69 kg/m ³
Aditivo	=	No aplica ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

Agua efectiva: = Agua de diseño - ((Humedad Ag. Grueso - Absorción Ag. Grueso)/100) * (Ag. Grueso) + (Ag. Fino) * (Humedad Ag. Fino - Absorción Ag. fino)/100
 = 124.29 l/m³

Agregado grueso: = Ag. Grueso * (Humedad Ag. Grueso/100)
 = 1473.91 kg/m³

Agregado fino: = Ag. Fino * (Humedad Ag. Fino/100)
 = 43.30 kg/m³

Cemento: = 400.21 kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 8 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	400.21 kg/m ³
Agua efectiva:	124.29 l/m ³
Agregado grueso:	1473.91 kg/m ³
Agregado fino:	43.30 kg/m ³
Aditivo:	No aplica ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	
400.21	43.30	1473.91	124.29	*42.5
400.21	400.21	400.21	400.21	
1	0.11	3.68	13.20	l/bolsa

Cemento:	11.33 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.52 l/pie ³
Agregado grueso:	41.74 kg/pie ³
Agregado fino:	1.23 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 8 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	46.44 kg
Agua de diseño	=	14.42 l
Agregado grueso	=	171.05 kg
Agregado fino	=	5.02 kg
Aditivo	=	0.00 ml
Total	=	236.94 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 8 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.10 °C
Contenido de aire:	18.00%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente + concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	17.80 kg
Peso unitario	2009.12 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.118$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.51315
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.02
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.015 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.014 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.065 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.002 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.096 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos) /Rendimiento*100	18.86 %

Ficha 17.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 9

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA: OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ		

DISEÑO N° 9 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

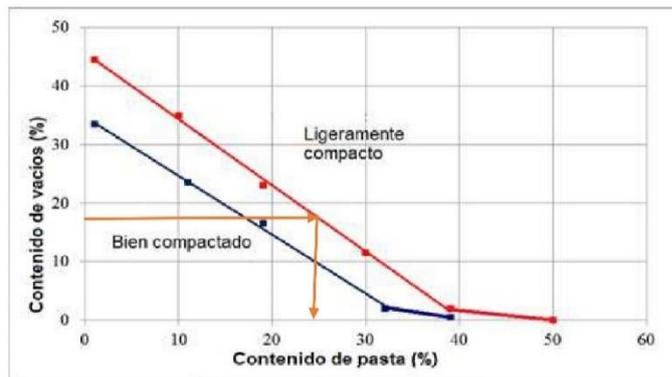
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	18.00
Agregado fino (%)	20.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Árena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PEc + a/PEa$$

$$V_p = 0.25$$

$$0.25 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento	c=	400.21 kg
Agua de diseño	a=	120.06 l
Aditivo	Ad=	4708.33 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 9 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1355.78 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.18 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.12 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.51 m ³

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto de agregado fino} &= 0.06 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= 148.88 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	400.21 kg/m ³
Agua de diseño	=	120.06 l/m ³
Agregado grueso	=	1355.78 kg/m ³
Agregado fino	=	148.88 kg/m ³
Aditivo	=	4708.33 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua efectiva:} &= \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso}) / 100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino}) / 100 \\ &= 119.61 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso:} &= \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso} / 100) \\ &= 1362.97 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino:} &= \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino} / 100) \\ &= 150.99 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Cemento:} = 400.21 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 9 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	400.21 kg/m ³
Agua efectiva:	119.61 l/m ³
Agregado grueso:	1362.97 kg/m ³
Agregado fino:	150.99 kg/m ³
Aditivo:	4708.33 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 400.21	:	Ag. Fino 150.99	:	Ag. Grueso 1362.97	:	Agua 119.61	
400.21		400.21		400.21		400.21	*42.5
1		0.38		3.41		12.70	l/bolsa

Cemento:	11.33 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.39 l/pie ³
Agregado grueso:	38.59 kg/pie ³
Agregado fino:	4.28 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 9 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	46.44 kg
Agua de diseño	=	13.88 l
Agregado grueso	=	158.17 kg
Agregado fino	=	17.52 kg
Aditivo	=	546.41 ml
Total	=	236.02 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 9 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.30 °C
Contenido de aire:	13.90%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.40 kg
Peso unitario	2095.29 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.113$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.47452
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.07
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.015 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.013 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.060 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.007 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.095 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos) /Rendimiento*100	15.50 %

Ficha 18.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 10

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

DISEÑO N° 10 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

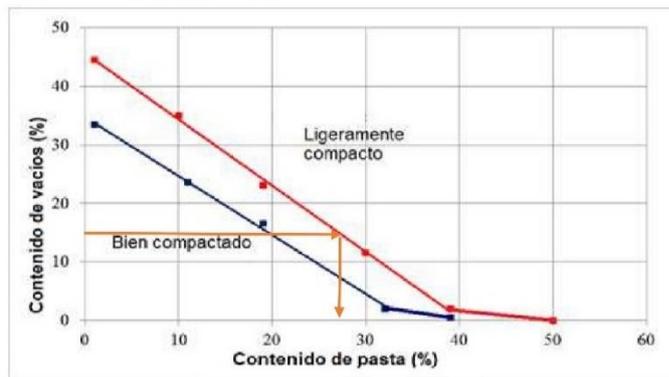
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	20.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PEc + a/PEa$$

$$V_p = 0.28$$

$$0.28 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento	c=	448.23 kg
Agua de diseño	a=	134.47 l
Aditivo	Ad=	5273.33 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 10 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{bo} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1355.78 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.51 m ³

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto de agregado fino} &= 0.06 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= 148.88 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	448.23 kg/m ³
Agua de diseño	=	134.47 l/m ³
Agregado grueso	=	1355.78 kg/m ³
Agregado fino	=	148.88 kg/m ³
Aditivo	=	5273.33 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua efectiva:} &= \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso})/100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino})/100 \\ &= 133.55 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso:} &= \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso}/100) \\ &= 1362.97 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino:} &= \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino}/100) \\ &= 150.99 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Cemento:} = 448.23 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 10 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	448.23 kg/m ³
Agua efectiva:	133.55 l/m ³
Agregado grueso:	1362.97 kg/m ³
Agregado fino:	150.99 kg/m ³
Aditivo:	5273.33 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 448.23	:	Ag. Fino 150.99	:	Ag. Grueso 1362.97	:	Agua 133.55	
448.23		448.23		448.23		448.23	*42.5
1		0.34		3.04		12.66	l/bolsa

Cemento:	12.69 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.78 l/pie ³
Agregado grueso:	38.59 kg/pie ³
Agregado fino:	4.28 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 10 en el Laboratorio

Cálculo de volumen por 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	52.02 kg
Agua de diseño	=	15.50 l
Agregado grueso	=	158.17 kg
Agregado fino	=	17.52 kg
Aditivo	=	611.98 ml
Total	=	243.21 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 10 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.90 °C
Contenido de aire:	15.20%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.11 kg
Peso unitario	2053.64 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.118$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.47452
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.07
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.017 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.015 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.060 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.007 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos) /Rendimiento*100	16.74 %

Ficha 19.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 11

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 11 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

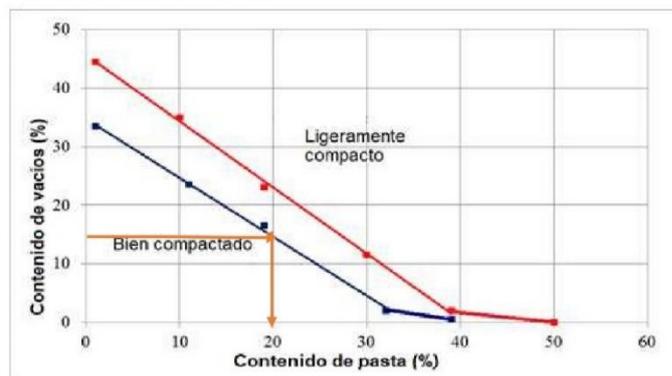
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	Sin Finos
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N°8	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento

c= 320.17 kg

Agua de diseño

a= 96.05 l

Aditivo

Ad= 3766.66 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA: OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ		

DISEÑO N° 11 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1560.73 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.59 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = No aplica
Peso del Ag. Fino = No aplica

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	320.17 kg/m ³
Agua de diseño	=	96.05 l/m ³
Agregado grueso	=	1560.73 kg/m ³
Agregado fino	=	No aplica kg/m ³
Aditivo	=	3766.66 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

Agua efectiva:
$$= \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso})/100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino})/100$$

= 97.59 l/m³

Agregado grueso:
$$= \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso}/100)$$

= 1569.00 kg/m³

Agregado fino:
$$= \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino}/100)$$

No aplica kg/m³

Cemento: = 320.17 kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 11 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	320.17 kg/m ³
Agua efectiva:	97.59 l/m ³
Agregado grueso:	1569.00 kg/m ³
Agregado fino:	No aplica kg/m ³
Aditivo:	3766.66 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 320.17	:	Ag. Fino No aplica	:	Ag. Grueso 1569.00	:	Agua 97.59	*42.5
320.17		No aplica		320.17		320.17	
1		No aplica		4.90		12.95	/bolsa

Cemento:	9.07 kg/pie ³
Agua efectiva:	2.76 l/pie ³
Agregado grueso:	44.43 kg/pie ³
Agregado fino:	No aplica kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 11 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
Nº de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
Nº de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
Nº de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	37.16 kg
Agua de diseño	=	11.33 l
Agregado grueso	=	182.08 kg
Agregado fino	=	0.00 kg
Aditivo	=	437.13 ml
Total	=	230.57 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA: OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ		

DISEÑO N° 11 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.00 °C
Contenido de aire:	15.20%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.11 kg
Peso unitario	2053.64 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.112$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.54625
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	0.00
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.012 m ³
Volumen absoluto de agua:	={Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino}/1000	0.011 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	={Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso}/Pe Ag. grueso	0.069 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	={Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino}/Pe Ag. Fino	0.000 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.092 m ³
Porcentaje de vacíos :	={Rendimiento -Σ volúmenes absolutos } /Rendimiento*100	18.27 %

Ficha 20.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 12

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 12 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

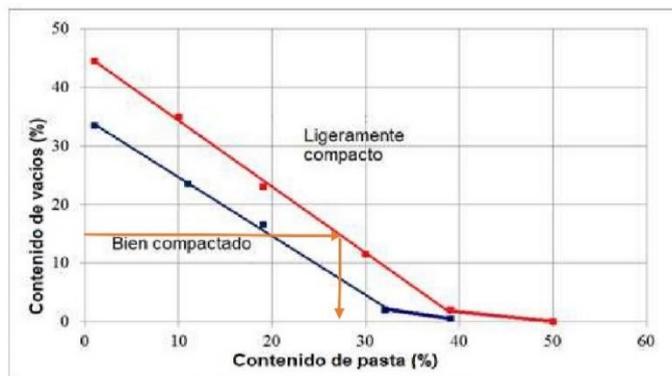
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	10.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N°8	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/P_{Ec} + a/P_{Ea}$$

$$V_p = 0.28$$

$$0.28 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento

c= 448.23 kg

Agua de diseño

a= 134.47 l

Aditivo

Ad= 5273.33 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 12 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1466.14 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.55 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = 0.02 m³
 Peso del Ag. Fino = 42.69 kg/m³

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	448.23 kg/m ³
Agua de diseño	=	134.47 l/m ³
Agregado grueso	=	1466.14 kg/m ³
Agregado fino	=	42.69 kg/m ³
Aditivo	=	5273.33 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\text{Agua efectiva:} = \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso})/100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino})/100$$

$$= 134.30 \text{ l/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso:} = \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso}/100)$$

$$= 1473.91 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino:} = \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino}/100)$$

$$= 43.30 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento:} = 448.23 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 12 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	448.23 kg/m ³
Agua efectiva:	134.30 l/m ³
Agregado grueso:	1473.91 kg/m ³
Agregado fino:	43.30 kg/m ³
Aditivo:	5273.33 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	
448.23	43.30	1473.91	134.30	*42.5
448.23	448.23	448.23	448.23	
1	0.10	3.29	12.73	l/bolsa

Cemento:	12.69 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.80 l/pie ³
Agregado grueso:	41.74 kg/pie ³
Agregado fino:	1.23 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 12 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	52.02 kg
Agua de diseño	=	15.59 l
Agregado grueso	=	171.05 kg
Agregado fino	=	5.02 kg
Aditivo	=	611.98 ml
Total	=	243.68 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 12 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.50 °C
Contenido de aire:	14.50%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.60 kg
Peso unitario	2124.01 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.115$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.51315
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.02
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.017 m ³
Volumen absoluto de agua:	={Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino}/1000	0.015 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.065 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.002 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	={Rendimiento -Σ volúmenes absolutos } /Rendimiento*100	14.00 %

Ficha 21.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 13

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 13 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

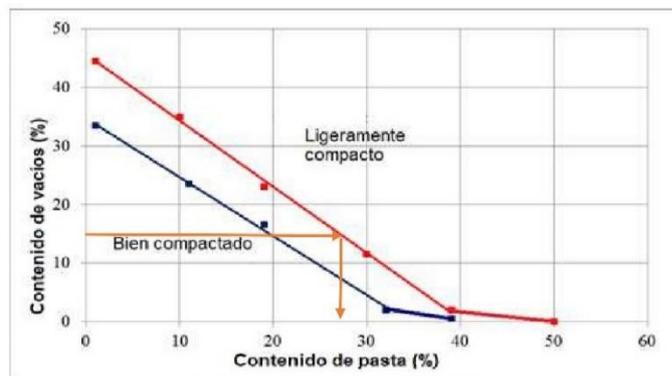
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.30
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	20.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N°8	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.28$$

$$0.28 = c/3080 + 0.30c/1000$$

Cemento

$$c = 448.23 \text{ kg}$$

Agua de diseño

$$a = 134.47 \text{ l}$$

Aditivo

$$Ad = 5273.33 \text{ ml}$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 13 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1340.02 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.51 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = 0.06 m³
 Peso del Ag. Fino = 164.05 kg/m³

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	448.23 kg/m ³
Agua de diseño	=	134.47 l/m ³
Agregado grueso	=	1340.02 kg/m ³
Agregado fino	=	164.05 kg/m ³
Aditivo	=	5273.33 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso})/100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino})/100$$

= 133.44 l/m³

$$\text{Agregado grueso} = \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso}/100)$$

= 1347.12 kg/m³

$$\text{Agregado fino} = \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino}/100)$$

= 166.38 kg/m³

$$\text{Cemento} = 448.23 kg/m^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 13 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	448.23 kg/m ³
Agua efectiva:	133.44 l/m ³
Agregado grueso:	1347.12 kg/m ³
Agregado fino:	166.38 kg/m ³
Aditivo:	5273.33 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 448.23	:	Ag. Fino 166.38	:	Ag. Grueso 1347.12	:	Agua 133.44	*42.5
448.23		448.23		448.23		448.23	
1		0.37		3.01		12.65	l/bolsa

Cemento:	12.69 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.78 l/pie ³
Agregado grueso:	38.15 kg/pie ³
Agregado fino:	4.71 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 13 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	52.02 kg
Agua de diseño	=	15.49 l
Agregado grueso	=	156.33 kg
Agregado fino	=	19.31 kg
Aditivo	=	611.98 ml
Total	=	243.15 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 13 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.00 °C
Contenido de aire:	14.20%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.80 kg
Peso unitario	2152.73 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.113$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.469
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.08
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.017 m ³
Volumen absoluto de agua:	={Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino}/1000	0.015 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	={Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso}/Pe Ag. grueso	0.059 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	={Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino}/Pe Ag. Fino	0.008 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	={Rendimiento -Σ volúmenes absolutos}/Rendimiento*100	12.70 %

Ficha 22.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 14

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 14 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

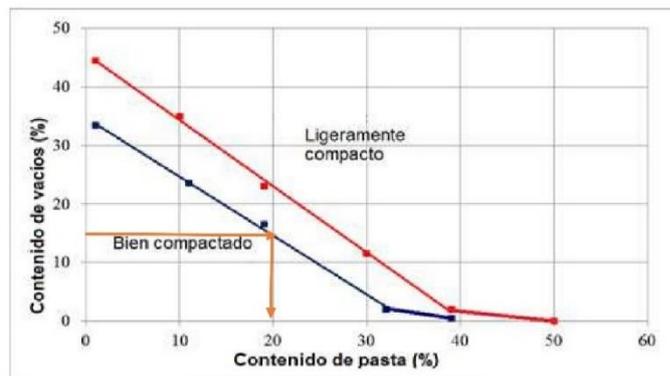
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.33
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	20.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Bien Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N°67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.20$$

$$0.20 = c/3080 + 0.33c/1000$$

Cemento	c=	305.49 kg
Agua de diseño	a=	100.81 l
Aditivo	Ad=	3594.06 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 14 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/b _o	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1355.78 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.10 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.51 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = 0.14 m³
 Peso del Ag. Fino = 352.88 kg/m³

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	305.49 kg/m ³
Agua de diseño	=	100.81 l/m ³
Agregado grueso	=	1355.78 kg/m ³
Agregado fino	=	352.88 kg/m ³
Aditivo	=	3594.06 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

Agua efectiva: = Agua de diseño - ((Humedad Ag. Grueso - Absorción Ag. Grueso)/100) * (Ag. Grueso) + (Ag. Fino) * (Humedad Ag. Fino - Absorción Ag. fino)/100
 = 100.47 l/m³

Agregado grueso: = Ag. Grueso * (Humedad Ag. Grueso/100)
 = 1362.97 kg/m³

Agregado fino: = Ag. Fino * (Humedad Ag. Fino/100)
 = 357.89 kg/m³

Cemento: = 305.49 kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 14 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	305.49 kg/m ³
Agua efectiva:	100.47 l/m ³
Agregado grueso:	1362.97 kg/m ³
Agregado fino:	357.89 kg/m ³
Aditivo:	3594.06 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 305.49	:	Ag. Fino 357.89	:	Ag. Grueso 1362.97	:	Agua 100.47	*42.5
305.49		305.49		305.49		305.49	
1		1.17		4.46		13.98	l/bolsa

Cemento:	8.65 kg/pie ³
Agua efectiva:	2.85 l/pie ³
Agregado grueso:	38.59 kg/pie ³
Agregado fino:	10.13 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 14 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	35.45 kg
Agua de diseño	=	11.66 l
Agregado grueso	=	158.17 kg
Agregado fino	=	41.53 kg
Aditivo	=	417.09 ml
Total	=	246.82 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 14 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.40 °C
Contenido de aire:	17.00%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.83 kg
Peso unitario	2157.04 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.114$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.47452
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.17
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.012 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.011 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.060 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.016 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos)/Rendimiento*100	13.70 %

Ficha 23.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 15

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 15 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

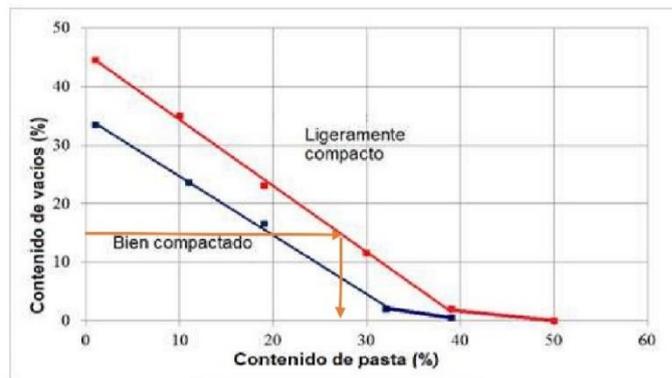
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.26
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	10.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = 0.28$$

$$0.28 = c/3080 + 0.25c/1000$$

Cemento

c= 478.90 kg

Agua de diseño

a= 124.51 l

Aditivo

Ad= 5634.10 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 15 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

$$\text{Peso Ag. grueso} = 1466.14 \text{ kg}$$

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.16 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.12 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.55 m ³

$$\begin{aligned} \text{Vol. Absoluto de agregado fino} &= 0.02 \text{ m}^3 \\ \text{Peso del Ag. Fino} &= 42.69 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	478.90 kg/m ³
Agua de diseño	=	124.51 l/m ³
Agregado grueso	=	1466.14 kg/m ³
Agregado fino	=	42.69 kg/m ³
Aditivo	=	5634.10 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua efectiva:} &= \text{Agua de diseño} - ((\text{Humedad Ag. Grueso} - \text{Absorción Ag. Grueso}) / 100) * (\text{Ag. Grueso}) + (\text{Ag. Fino}) * (\text{Humedad Ag. Fino} - \text{Absorción Ag. fino}) / 100 \\ &= 124.05 \text{ l/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso:} &= \text{Ag. Grueso} * (\text{Humedad Ag. Grueso} / 100) \\ &= 1473.91 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino:} &= \text{Ag. Fino} * (\text{Humedad Ag. Fino} / 100) \\ &= 43.30 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Cemento:} = 478.90 \text{ kg/m}^3$$

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 15 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	478.90 kg/m ³
Agua efectiva:	124.05 l/m ³
Agregado grueso:	1473.91 kg/m ³
Agregado fino:	43.30 kg/m ³
Aditivo:	5634.10 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 478.90	:	Ag. Fino 43.30	:	Ag. Grueso 1473.91	:	Agua 124.05	
478.90		478.90		478.90		478.90	*42.5
1		0.09		3.08		11.01	l/bolsa

Cemento:	13.56 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.51 l/pie ³
Agregado grueso:	41.74 kg/pie ³
Agregado fino:	1.23 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 15 en el Laboratorio

Cálculo de volumen por 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	55.58 kg
Agua de diseño	=	14.40 l
Agregado grueso	=	171.05 kg
Agregado fino	=	5.02 kg
Aditivo	=	653.84 ml
Total	=	246.05 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 15 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.20 °C
Contenido de aire:	10.00%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	19.10 kg
Peso unitario	2195.82 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento:} \quad \frac{\text{Total de materia}}{\text{Peso unitario}} = 0.112$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.51315
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.02
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.018 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.014 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.065 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.002 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos) /Rendimiento*100	11.98 %

Ficha 24.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 16

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

DISEÑO N° 16 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

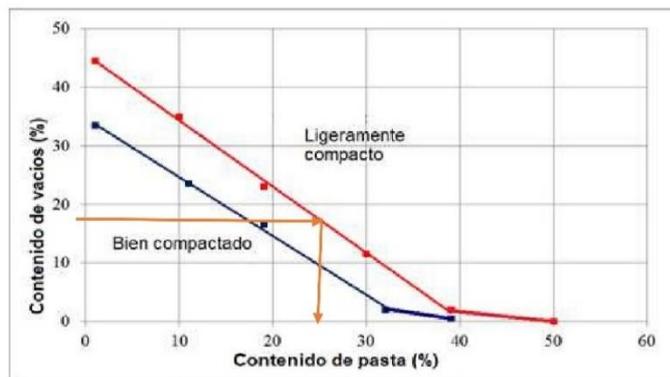
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.26
Contenido de vacíos (%)	18.00
Agregado fino (%)	20.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.25$$

$$0.25 = c/3080 + 0.25c/1000$$

Cemento

c= 427.59 kg

Agua de diseño

a= 111.17 l

Aditivo

Ad= 5030.44 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 16 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/bo	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1355.78 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.14 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.18 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.11 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.51 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = 0.06 m³
 Peso del Ag. Fino = 148.88 kg/m³

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	427.59 kg/m ³
Agua de diseño	=	111.17 l/m ³
Agregado grueso	=	1355.78 kg/m ³
Agregado fino	=	148.88 kg/m ³
Aditivo	=	5030.44 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

Agua efectiva: = Agua de diseño - ((Humedad Ag. Grueso - Absorción Ag. Grueso)/100) * (Ag. Grueso) + (Ag. Fino) * (Humedad Ag. Fino - Absorción Ag. fino)/100
 = 110.45 l/m³

Agregado grueso: = Ag. Grueso * (Humedad Ag. Grueso/100)
 = 1362.97 kg/m³

Agregado fino: = Ag. Fino * (Humedad Ag. Fino/100)
 = 150.99 kg/m³

Cemento: = 427.59 kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 16 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	427.59 kg/m ³
Agua efectiva:	110.45 l/m ³
Agregado grueso:	1362.97 kg/m ³
Agregado fino:	150.99 kg/m ³
Aditivo:	5030.44 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 427.59 <hr style="width: 100%;"/> 427.59	:	Ag. Fino 150.99 <hr style="width: 100%;"/> 427.59	:	Ag. Grueso 1362.97 <hr style="width: 100%;"/> 427.59	:	Agua 110.45 <hr style="width: 100%;"/> 427.59 *42.5
1	:	0.35	:	3.19	:	10.98 l/bolsa

Cemento:	12.11 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.13 l/pie ³
Agregado grueso:	38.59 kg/pie ³
Agregado fino:	4.28 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 16 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	49.62 kg
Agua de diseño	=	12.82 l
Agregado grueso	=	158.17 kg
Agregado fino	=	17.52 kg
Aditivo	=	583.79 ml
Total	=	238.14 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 16 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.90 °C
Contenido de aire:	9.20%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	19.60 kg
Peso unitario	2267.62 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.105$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.47452
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.07
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.016 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.012 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.060 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.007 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.095 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos)/Rendimiento*100	9.39 %

Ficha 25.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 17

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 17 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

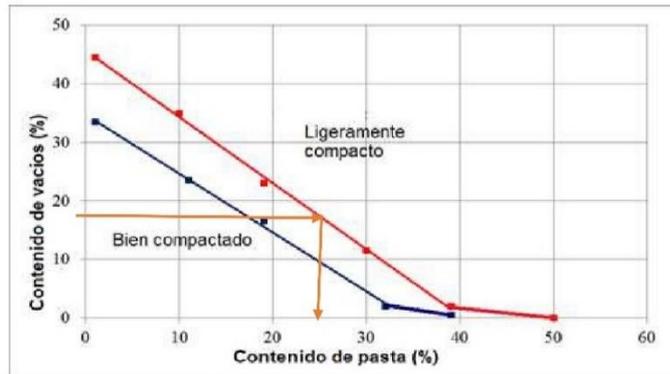
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.28
Contenido de vacíos (%)	18.00
Agregado fino (%)	Sin finos
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Específico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Árena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.25$$

$$0.25 = c/3080 + 0.28c/1000$$

Cemento	c=	413.45 kg
Agua de diseño	a=	115.76 l
Aditivo	Ad=	4864.06 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 17 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_o} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/b _o	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1560.73 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.18 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.12 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.59 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = No aplica
 Peso del Ag. Fino = No aplica

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	413.45 kg/m ³
Agua de diseño	=	115.76 l/m ³
Agregado grueso	=	1560.73 kg/m ³
Agregado fino	=	No aplica kg/m ³
Aditivo	=	4864.06 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

Agua efectiva: = Agua de diseño - ((Humedad Ag. Grueso - Absorción Ag. Grueso)/100) * (Ag. Grueso) + (Ag. Fino) * (Humedad Ag. Fino - Absorción Ag. fino)/100
 = 116.39 l/m³

Agregado grueso: = Ag. Grueso * (Humedad Ag. Grueso/100)
 = 1569.00 kg/m³

Agregado fino: = Ag. Fino * (Humedad Ag. Fino/100)
 No aplica kg/m³

Cemento: = 413.45 kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 17 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	413.45 kg/m ³
Agua efectiva:	116.39 l/m ³
Agregado grueso:	1569.00 kg/m ³
Agregado fino:	No aplica kg/m ³
Aditivo:	4864.06 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento 413.45	:	Ag. Fino No aplica	:	Ag. Grueso 1569.00	:	Agua 116.39	*42.5
413.45		No aplica		413.45		413.45	
1		No aplica		3.79		11.96	l/bolsa

Cemento:	11.71 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.30 l/pie ³
Agregado grueso:	44.43 kg/pie ³
Agregado fino:	No aplica kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 17 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	47.98 kg
Agua de diseño	=	13.51 l
Agregado grueso	=	182.08 kg
Agregado fino	=	0.00 kg
Aditivo	=	564.48 ml
Total	=	243.57 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 17 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	18.00 °C
Contenido de aire:	14.30%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.60 kg
Peso unitario	2124.01 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.115$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.54625
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	0.00
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.016 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.013 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.069 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.000 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.097 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos)/Rendimiento*100	15.02 %

Ficha 26.

Diseño de mezcla de concreto poroso N° 18

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 18 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

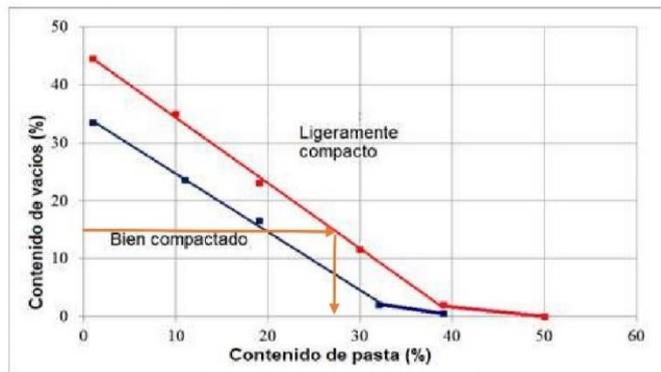
1. Consideraciones del Diseño de Mezcla

Relación a/c	0.28
Contenido de vacíos (%)	15.00
Agregado fino (%)	10.00
Sika Cem Plastificante	Super plastificante
Compactado	Ligeramente Compactado

2. Características Físicas del Cemento, Agregados y Aditivo

Materiales	Cantera	Peso Especifico	Peso Unitario Suelto (kg/m³)	Peso Unitario Compactado (kg/m³)	Absorción (%)	Modulo de Finura	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2550	1531.04	1599.71	1.82	2.65	1.42
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2650	1483.23	1576.49	0.83	6.86	0.53
Sika Cem Plastificante	Sika	1200					

3. Determinación del Volumen de Pasta



$$V_p = c/PE_c + a/PE_a$$

$$V_p = 0.28$$

$$0.28 = c/3080 + 0.28c/1000$$

Cemento

c= 463.06 kg

Agua de diseño

a= 129.66 l

Aditivo

Ad= 5447.75 ml

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 18 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

4. Agregado Grueso

$$\text{Peso Ag. grueso} = \frac{b}{b_0} * \text{peso unitario seco compactado ag. grueso}$$

Agregado fino (%)	b/b ₀	
	ASTM C33/C33M	ASTM C33/C33M
	Huso N° 8	Huso N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Peso Ag. grueso= 1466.14 kg

5. Agregado Fino

$$\text{Peso Ag. fino seco} = \text{Volumen absoluto de Ag. fino} * (\text{Pe Ag. fino})$$

Vol. Absoluto de cemento	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de vacíos	=	0.15 m ³
Vol. Absoluto de agua	=	0.13 m ³
Vol. Absoluto de agregado grueso	=	0.55 m ³

Vol. Absoluto de agregado fino = 0.02 m³
 Peso del Ag. Fino = 42.69 kg/m³

6. Materiales de Diseño por m³ de Concreto Permeable

Cemento	=	463.06 kg/m ³
Agua de diseño	=	129.66 l/m ³
Agregado grueso	=	1466.14 kg/m ³
Agregado fino	=	42.69 kg/m ³
Aditivo	=	5447.75 ml/m ³

7. Corrección por Humedad de los Agregados

Agua efectiva: = Agua de diseño - ((Humedad Ag. Grueso - Absorción Ag. Grueso)/100) * (Ag. Grueso) + (Ag. Fino) * (Humedad Ag. Fino - Absorción Ag. fino)/100
 = 129.34 l/m³

Agregado grueso: = Ag. Grueso * (Humedad Ag. Grueso/100)
 = 1473.91 kg/m³

Agregado fino: = Ag. Fino * (Humedad Ag. Fino/100)
 = 43.30 kg/m³

Cemento: = 463.06 kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 18 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

Por lo Tanto se Tiene:

Cemento:	463.06 kg/m ³
Agua efectiva:	129.34 l/m ³
Agregado grueso:	1473.91 kg/m ³
Agregado fino:	43.30 kg/m ³
Aditivo:	5447.75 ml/m ³

8. Proporción de Materiales en Peso

Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua	
463.06	43.30	1473.91	129.34	*42.5
463.06	463.06	463.06	463.06	
1	0.09	3.18	11.87	l/bolsa

Cemento:	13.11 kg/pie ³
Agua efectiva:	3.66 l/pie ³
Agregado grueso:	41.74 kg/pie ³
Agregado fino:	1.23 kg/pie ³

9. Mezcla de Concreto Permeable Diseño N° 18 en el Laboratorio

Cálculo de volumen par 9 especímenes cilíndricos para resistencia a la compresión, 3 especímenes para resistencia a la flexión y 3 especímenes cilíndricos para pruebas de permeabilidad.

Especímenes Resistencia a la Compresión	
Diámetro promedio	0.15 m
Altura promedio	0.30 m
N° de testigos	9.00 m
Volumen	0.0495 m³

Especímenes para Prueba de Permeabilidad	
Diámetro promedio	0.11 m
Altura promedio	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0040 m³

Especímenes para Resistencia a la Flexión	
Largo	0.80 m
Ancho	0.15 m
Alto	0.15 m
N° de testigos	3.00 m
Volumen	0.0540 m³

se considera un desperdicio de 8%

Por lo tanto el volumen total de la mezcla es de:

$$V = 0.116 \text{ m}^3$$

10. Materiales para Pruebas de Laboratorio

Cemento	=	53.74 kg
Agua de diseño	=	15.01 l
Agregado grueso	=	171.05 kg
Agregado fino	=	5.02 kg
Aditivo	=	632.22 ml
Total	=	244.82 kg

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO N° 18 (NORMAS ACI-522R-10; ACI 211.3R-02)

11. Datos del Laboratorio

Asentamiento (SLUMP):	0.00 pulgadas
Temperatura:	17.90 °C
Contenido de aire:	13.50%

Peso unitario (concreto fresco):

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso del recipiente} + \text{concreto} + \text{peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}}$$

Volumen de recipiente	0.0070 m ³
Peso del recipiente	3.81 kg
Peso del recipiente mas concreto	18.90 kg
Peso unitario	2167.10 kg/m³

12. Rendimiento de la Mezcla de Concreto Permeable

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} = 0.113$$

Aporte de humedad del agregado grueso:	=Ag. Grueso ((Humedad-Absorción)/100)	-0.51315
Aporte de humedad del agregado fino:	=Ag. Fino*((Humedad-Absorción)/100)	-0.02
Volumen absoluto de cemento:	=Cemento kg/Pe Cemento	0.017 m ³
Volumen absoluto de agua:	=(Agua de diseño+Ap. Humedad Ag. Grueso+ Ap. Humedad Ag. Fino)/1000	0.014 m ³
Volumen absoluto de agregado grueso:	=(Ag. Grueso+Ap. Humedad Ag. Grueso)/Pe Ag. grueso	0.065 m ³
Volumen absoluto de agregado fino:	=(Ag. Fino+Ap. Humedad Ag. Fino)/Pe Ag. Fino	0.002 m ³
Total de volumen absoluto:	=Σ volúmenes absolutos	0.099 m ³
Porcentaje de vacíos :	=(Rendimiento -Σ volúmenes absolutos)/Rendimiento*100	12.68 %

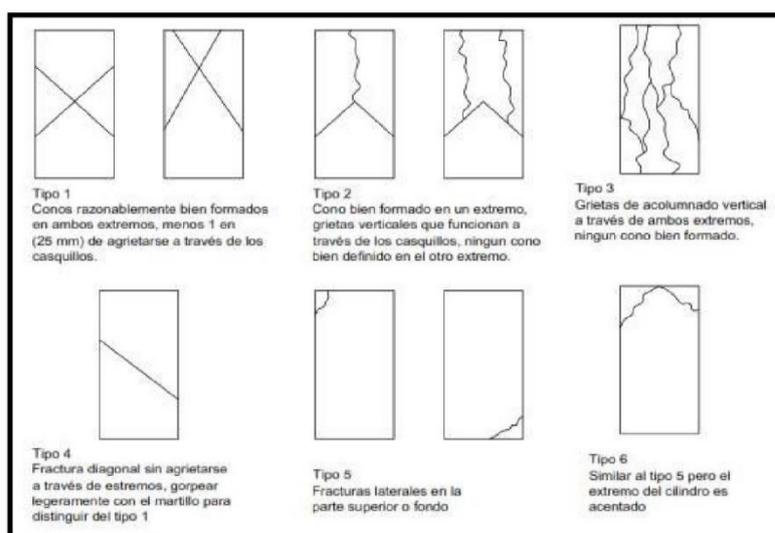
APÉNDICE 5. Ensayo de resistencia a la compresión de concreto poroso

Ficha 27.

Resistencia a la compresión de concreto poroso

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)



N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad Días	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	F'c Promedio	Tipo de Falla
D4	D4P1	13/02/2019	20/02/2019	7	15.00	176.71	8358.60	47.30	49.97	4
	D4P2	13/02/2019	20/02/2019	7	15.50	188.69	9528.94	50.50		4
	D4P3	13/02/2019	20/02/2019	7	15.35	185.06	9641.49	52.10		3
	D4P4	13/02/2019	27/02/2019	14	15.42	186.75	10980.85	58.80	58.67	2
	D4P5	13/02/2019	27/02/2019	14	15.47	187.96	11146.16	59.30		2
	D4P6	13/02/2019	27/02/2019	14	15.38	185.78	10756.75	57.90		3
	D4P7	13/02/2019	13/03/2019	28	15.46	187.72	13816.14	73.60	69.57	6
	D4P8	13/02/2019	13/03/2019	28	15.00	176.71	11733.85	66.40		2
	D4P9	13/02/2019	13/03/2019	28	15.00	176.71	12140.29	68.70		3
D5	D5P1	18/02/2019	25/02/2019	7	15.00	176.71	12370.02	70.00	71.40	2
	D5P2	18/02/2019	25/02/2019	7	15.50	188.69	13963.20	74.00		4
	D5P3	18/02/2019	25/02/2019	7	15.35	185.06	12991.04	70.20		3
	D5P4	18/02/2019	04/03/2019	14	15.42	186.75	16919.47	90.60	92.27	2
	D5P5	18/02/2019	04/03/2019	14	15.47	187.96	17386.50	92.50		2
	D5P6	18/02/2019	04/03/2019	14	15.38	185.78	17407.73	93.70		2
	D5P7	18/02/2019	18/03/2019	28	15.46	187.72	19935.79	106.20	108.20	2
	D5P8	18/02/2019	18/03/2019	28	15.00	176.71	19491.62	110.30		3
	D5P9	18/02/2019	18/03/2019	28	15.00	176.71	19102.85	108.10		3
D6	D6P1'	18/02/2019	25/02/2019	7	15.00	176.71	15497.87	87.70	85.80	2
	D6P2'	18/02/2019	25/02/2019	7	15.25	182.65	15543.87	85.10		3
	D6P3'	18/02/2019	25/02/2019	7	15.47	187.96	15901.60	84.60		3
	D6P4	18/02/2019	04/03/2019	14	15.52	189.18	19825.98	104.80	107.73	2
	D6P5'	18/02/2019	04/03/2019	14	15.36	185.30	20067.85	108.30		6
	D6P6'	18/02/2019	04/03/2019	14	15.38	185.78	20454.55	110.10		4
	D6P7'	18/02/2019	18/03/2019	28	15.26	182.89	23465.27	128.30	125.70	2
	D6P8'	18/02/2019	18/03/2019	28	15.00	176.71	22018.64	124.60		3
	D6P9'	18/02/2019	18/03/2019	28	15.00	176.71	21947.95	124.20		2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)



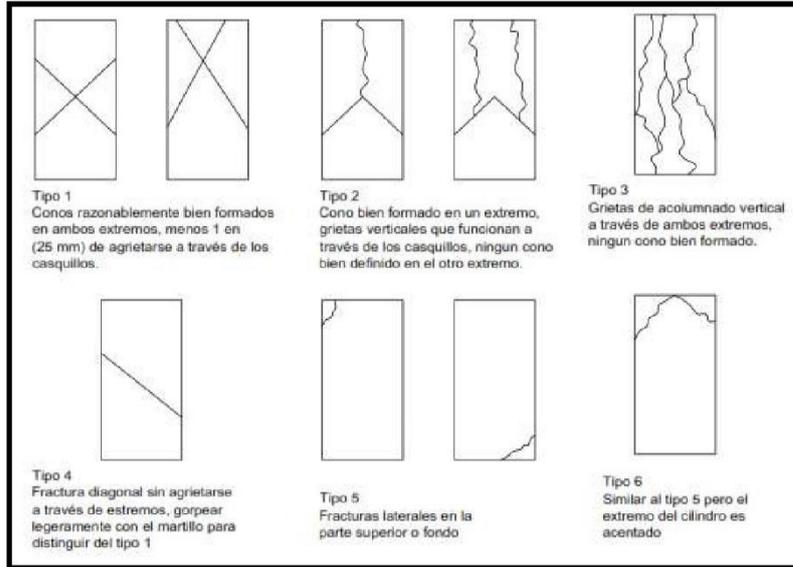
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA

TESISTA:

OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

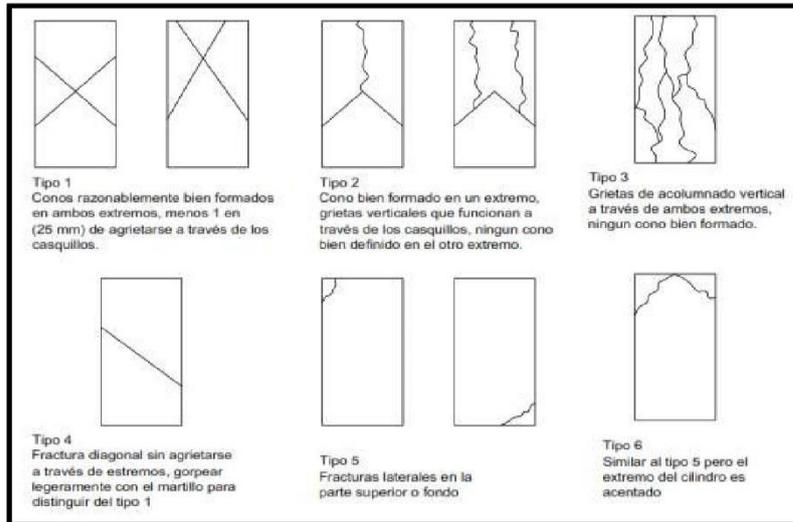
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)



N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad Días	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	F'c Promedio	Tipo de Falla
D1	D1P1	07/02/2019	14/02/2019	7	15.00	176.71	4859.65	27.50	27.70	6
	D1P2	07/02/2019	14/02/2019	7	15.50	188.69	4962.60	26.30		6
	D1P3	07/02/2019	14/02/2019	7	15.35	185.06	5422.18	29.30		6
	D1P4	07/02/2019	21/02/2019	14	15.42	186.75	6386.82	34.20	33.23	6
	D1P5	07/02/2019	21/02/2019	14	15.47	187.96	6296.73	33.50		6
	D1P6	07/02/2019	21/02/2019	14	15.38	185.78	5945.01	32.00		6
	D1P7	07/02/2019	07/03/2019	28	15.46	187.72	7189.65	38.30	39.37	6
	D1P8	07/02/2019	07/03/2019	28	15.00	176.71	6609.13	37.40		6
	D1P9	07/02/2019	07/03/2019	28	15.00	176.71	7492.70	42.40		6
D2	D2P1	11/02/2019	18/02/2019	7	15.00	176.71	5972.95	33.80	34.47	6
	D2P2	11/02/2019	18/02/2019	7	15.50	188.69	6679.69	35.40		2
	D2P3	11/02/2019	18/02/2019	7	15.35	185.06	6328.97	34.20		2
	D2P4	11/02/2019	25/02/2019	14	15.42	186.75	8179.61	43.80	41.87	2
	D2P5	11/02/2019	25/02/2019	14	15.47	187.96	7612.47	40.50		2
	D2P6	11/02/2019	25/02/2019	14	15.38	185.78	7672.78	41.30		2
	D2P7	11/02/2019	11/03/2019	28	15.46	187.72	9123.16	48.60	48.37	2
	D2P8	11/02/2019	11/03/2019	28	15.00	176.71	8941.76	50.60		2
	D2P9	11/02/2019	11/03/2019	28	15.00	176.71	8111.20	45.90		2
D3	D3P1	12/02/2019	19/02/2019	7	15.00	176.71	8517.64	48.20	47.33	2
	D3P2	12/02/2019	19/02/2019	7	15.50	188.69	8925.13	47.30		2
	D3P3	12/02/2019	19/02/2019	7	15.35	185.06	8605.17	46.50		3
	D3P4	12/02/2019	26/02/2019	14	15.42	186.75	9766.98	52.30	54.60	2
	D3P5	12/02/2019	26/02/2019	14	15.47	187.96	10206.35	54.30		3
	D3P6	12/02/2019	26/02/2019	14	15.38	185.78	10626.70	57.20		4
	D3P7	12/02/2019	12/03/2019	28	15.46	187.72	11957.72	63.70	64.97	2
	D3P8	12/02/2019	12/03/2019	28	15.00	176.71	11663.16	66.00		3
	D3P9	12/02/2019	12/03/2019	28	15.00	176.71	11521.79	65.20		3

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)



N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad Dias	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	F'c Promedio	Tipo de Falla
D7	D7P1	19/02/2019	26/02/2019	7	15.00	176.71	16328.43	92.40	97.27	2
	D7P2	19/02/2019	26/02/2019	7	15.50	188.69	18548.41	98.30		
	D7P3	19/02/2019	26/02/2019	7	15.35	185.06	18709.31	101.10		
	D7P4	19/02/2019	05/03/2019	14	15.42	186.75	22409.90	120.00	118.07	3
	D7P5	19/02/2019	05/03/2019	14	15.47	187.96	21803.61	116.00		
	D7P6	19/02/2019	05/03/2019	14	15.38	185.78	21959.38	118.20		
	D7P7	19/02/2019	19/03/2019	28	15.46	187.72	25379.65	135.20	136.00	3
	D7P8	19/02/2019	19/03/2019	28	15.00	176.71	23556.05	133.30		
	D7P9	19/02/2019	19/03/2019	28	15.00	176.71	24651.68	139.50		
D8	D8P1'	19/02/2019	26/02/2019	7	15.00	176.71	16964.60	96.00	92.93	2
	D8P2'	19/02/2019	26/02/2019	7	15.25	182.65	16219.69	88.80		
	D8P3'	19/02/2019	26/02/2019	7	15.47	187.96	17668.45	94.00		
	D8P4'	19/02/2019	05/03/2019	14	15.52	189.18	21112.40	111.60	111.57	3
	D8P5'	19/02/2019	05/03/2019	14	15.36	185.30	20957.28	113.10		
	D8P6'	19/02/2019	05/03/2019	14	15.38	185.78	20435.97	110.00		
	D8P7'	19/02/2019	19/03/2019	28	15.26	182.89	23776.19	130.00	128.60	2
	D8P8'	19/02/2019	19/03/2019	28	15.00	176.71	22690.15	128.40		
	D8P9'	19/02/2019	19/03/2019	28	15.00	176.71	22513.44	127.40		
D9	D9P1	20/02/2019	27/02/2019	7	15.00	176.71	27655.83	156.50	151.93	3
	D9P2	20/02/2019	27/02/2019	7	15.50	188.69	28360.39	150.30		
	D9P3	20/02/2019	27/02/2019	7	15.35	185.06	27573.56	149.00		
	D9P4	20/02/2019	06/03/2019	14	15.42	186.75	35071.49	187.80	184.03	3
	D9P5	20/02/2019	06/03/2019	14	15.47	187.96	33889.58	180.30		
	D9P6	20/02/2019	06/03/2019	14	15.38	185.78	34183.80	184.00		
	D9P7	20/02/2019	20/03/2019	28	15.46	187.72	39665.08	211.30	211.20	2
	D9P8	20/02/2019	20/03/2019	28	15.00	176.71	37693.22	213.30		
	D9P9	20/02/2019	20/03/2019	28	15.00	176.71	36933.35	209.00		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)



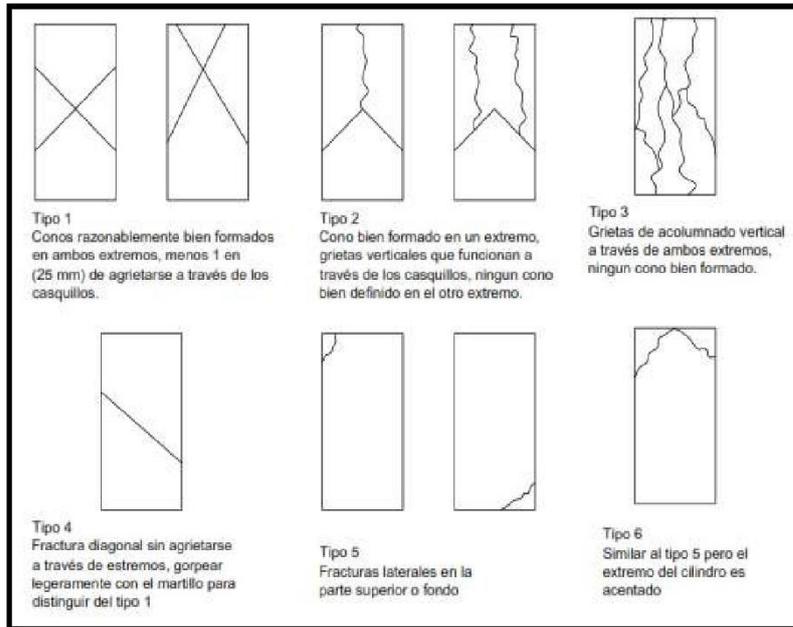
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA

TESISTA:

OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)



N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad Días	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	F'c Promedio	Tipo de Falla
D10	D10P1'	20/02/2019	27/02/2019	7	15.00	176.71	35113.19	198.70	196.00	2
	D10P2'	20/02/2019	27/02/2019	7	15.25	182.65	35434.91	194.00		2
	D10P3'	20/02/2019	27/02/2019	7	15.47	187.96	36709.02	195.30		3
	D10P4'	20/02/2019	06/03/2019	14	15.52	189.18	43889.57	232.00	229.70	2
	D10P5'	20/02/2019	06/03/2019	14	15.36	185.30	42266.63	228.10		2
	D10P6'	20/02/2019	06/03/2019	14	15.38	185.78	42543.97	229.00	3	
	D10P7'	20/02/2019	20/03/2019	28	15.26	182.89	48704.62	266.30	267.43	2
	D10P8'	20/02/2019	20/03/2019	28	15.00	176.71	47536.22	269.00		3
	D10P9'	20/02/2019	20/03/2019	28	15.00	176.71	47182.79	267.00		2
D11	D11P1	25/02/2019	04/03/2019	7	15.00	176.71	23962.50	135.60	139.67	2
	D11P2	25/02/2019	04/03/2019	7	15.50	188.69	27039.55	143.30		2
	D11P3	25/02/2019	04/03/2019	7	15.35	185.06	25926.55	140.10		2
	D11P4	25/02/2019	11/03/2019	14	15.42	186.75	31803.38	170.30	170.13	2
	D11P5	25/02/2019	11/03/2019	14	15.47	187.96	32348.29	172.10		3
	D11P6	25/02/2019	11/03/2019	14	15.38	185.78	31211.30	168.00		3
	D11P7	25/02/2019	25/03/2019	28	15.46	187.72	38332.28	204.20	201.83	2
	D11P8	25/02/2019	25/03/2019	28	15.00	176.71	35342.92	200.00		2
	D11P9	25/02/2019	25/03/2019	28	15.00	176.71	35572.65	201.30		3
D12	D12P1'	26/02/2019	05/03/2019	7	15.00	176.71	27443.78	155.30	155.17	3
	D12P2'	26/02/2019	05/03/2019	7	15.25	182.65	28128.74	154.00		6
	D12P3'	26/02/2019	05/03/2019	7	15.47	187.96	29359.69	156.20		2
	D12P4'	26/02/2019	12/03/2019	14	15.52	189.18	34279.27	181.20	182.73	3
	D12P5'	26/02/2019	12/03/2019	14	15.36	185.30	33909.66	183.00		2
	D12P6'	26/02/2019	12/03/2019	14	15.38	185.78	34183.80	184.00		4
	D12P7'	26/02/2019	26/03/2019	28	15.26	182.89	38773.48	212.00	211.63	4
	D12P8'	26/02/2019	26/03/2019	28	15.00	176.71	36756.63	208.00		3
	D12P9'	26/02/2019	26/03/2019	28	15.00	176.71	37975.96	214.90		2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)



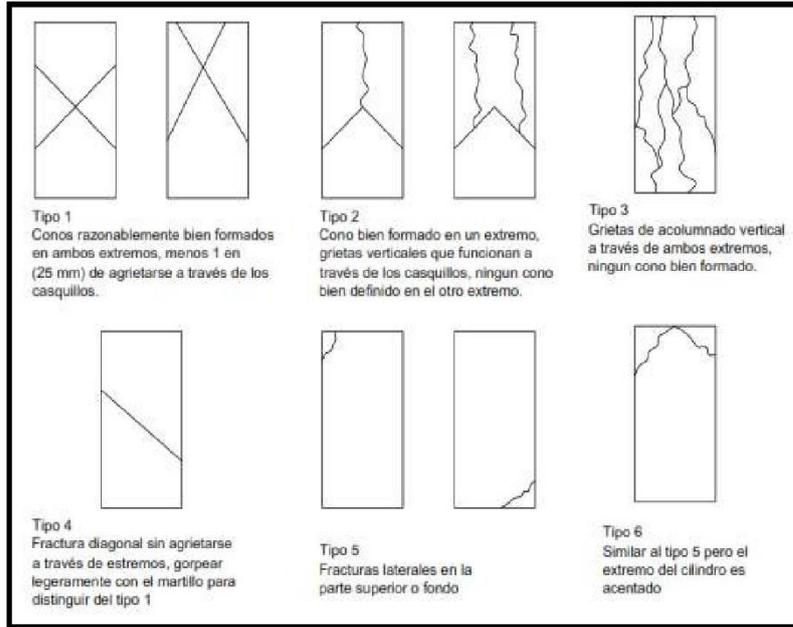
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA

TESISTA:

OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)



N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad Días	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	F'c Promedio	Tipo de Falla
D13	D13P1	04/03/2019	11/03/2019	7	15.00	176.71	28274.33	160.00	162.47	5
	D13P2	04/03/2019	11/03/2019	7	15.50	188.69	30662.44	162.50		5
	D13P3	04/03/2019	11/03/2019	7	15.35	185.06	30515.98	164.90		2
	D13P4	04/03/2019	18/03/2019	14	15.42	186.75	37517.90	200.90	197.73	3
	D13P5	04/03/2019	18/03/2019	14	15.47	187.96	37084.94	197.30		3
	D13P6	04/03/2019	18/03/2019	14	15.38	185.78	36227.40	195.00		2
D14	D14P1'	05/03/2019	12/04/2019	7	15.00	176.71	36226.49	205.00	205.60	2
	D14P2'	05/03/2019	12/04/2019	7	15.25	182.65	38046.86	208.30		2
	D14P3'	05/03/2019	12/04/2019	7	15.47	187.96	38250.31	203.50		3
	D14P4'	05/03/2019	19/03/2019	14	15.52	189.18	46935.35	248.10	247.47	3
	D14P5'	05/03/2019	19/03/2019	14	15.36	185.30	46324.67	250.00		3
	D14P6'	05/03/2019	19/03/2019	14	15.38	185.78	45386.43	244.30		5
D15	D15P1	18/03/2019	25/03/2019	7	15.00	176.71	26507.19	150.00	154.17	2
	D15P2	18/03/2019	25/03/2019	7	15.50	188.69	29284.98	155.20		6
	D15P3	18/03/2019	25/03/2019	7	15.35	185.06	29109.54	157.30		2
D16	D16P1'	19/03/2019	26/03/2019	7	15.00	176.71	27567.48	156.00	157.03	2
	D16P2'	19/03/2019	26/03/2019	7	15.25	182.65	29261.20	160.20		2
	D16P3'	19/03/2019	26/03/2019	7	15.47	187.96	29115.34	154.90		3
D17	D17P1	20/03/2019	27/03/2019	7	15.00	176.71	16805.56	95.10	93.87	2
	D17P2	20/03/2019	27/03/2019	7	15.50	188.69	18208.77	96.50		2
	D17P3	20/03/2019	27/03/2019	7	15.35	185.06	16655.17	90.00		2
D18	D18P1'	21/03/2019	28/03/2019	7	15.00	176.71	32603.84	184.50	184.27	6
	D18P2'	21/03/2019	28/03/2019	7	15.25	182.65	32896.01	180.10		6
	D18P3'	21/03/2019	28/03/2019	7	15.47	187.96	35374.49	188.20		5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)



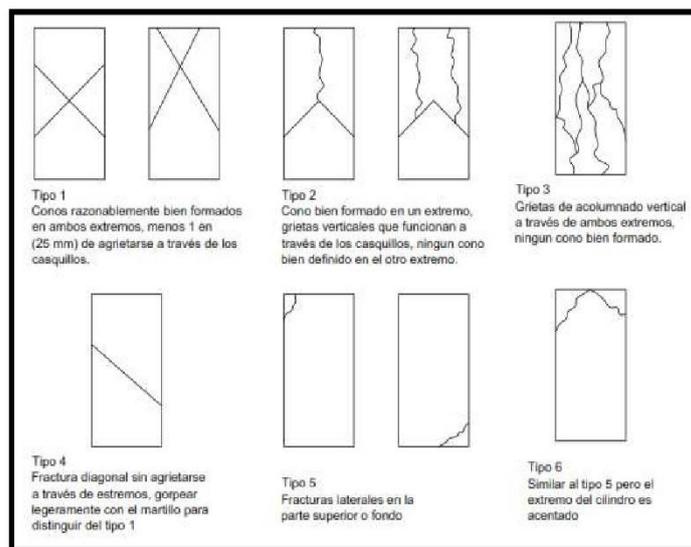
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA

TESISTA:

OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)



N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad Días	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	F'c Promedio	Tipo de Falla
D13	D13P7	04/03/2019	01/04/2019	28	15.46	187.72	44114.03	235.00	231.10	2
	D13P8	04/03/2019	01/04/2019	28	15.00	176.71	40644.35	230.00		6
	D13P9	04/03/2019	01/04/2019	28	15.00	176.71	40343.94	228.30		6
D14	D14P7'	05/03/2019	02/04/2019	28	15.26	182.89	52124.73	285.00	281.40	2
	D14P8'	05/03/2019	02/04/2019	28	15.00	176.71	49533.10	280.30		2
	D14P9'	05/03/2019	02/04/2019	28	15.00	176.71	49285.70	278.90		2
D15	D15P4	18/03/2019	01/04/2019	14	15.42	186.75	33614.85	180.00	179.80	2
	D15P5	18/03/2019	01/04/2019	14	15.47	187.96	33513.66	178.30		6
	D15P6	18/03/2019	01/04/2019	14	15.38	185.78	33645.04	181.10		5
	D15P7	18/03/2019	15/04/2019	28	15.46	187.72	39514.91	210.50	212.60	6
	D15P8	18/03/2019	15/04/2019	28	15.00	176.71	37869.94	214.30		3
	D15P9	18/03/2019	15/04/2019	28	15.00	176.71	37640.21	213.00		6
D16	D16P4'	19/03/2019	02/04/2019	14	15.52	189.18	34865.72	184.30	185.90	2
	D16P5'	19/03/2019	02/04/2019	14	15.36	185.30	34502.61	186.20		2
	D16P6'	19/03/2019	02/04/2019	14	15.38	185.78	34778.30	187.20		2
	D16P7'	19/03/2019	16/04/2019	28	15.26	182.89	38956.38	213.00	215.47	3
	D16P8'	19/03/2019	16/04/2019	28	15.00	176.71	38241.04	216.40		6
	D16P9'	19/03/2019	16/04/2019	28	15.00	176.71	38347.07	217.00		2
D17	D17P4	20/03/2019	03/04/2019	14	15.42	186.75	20932.09	112.09	114.10	3
	D17P5	20/03/2019	03/04/2019	14	15.47	187.96	21427.69	114.00		3
	D17P6	20/03/2019	03/04/2019	14	15.38	185.78	21587.81	116.20		2
	D17P7	20/03/2019	17/03/2019	28	15.46	187.72	24816.49	132.20	131.87	2
	D17P8	20/03/2019	17/03/2019	28	15.00	176.71	23397.01	132.40		2
	D17P9	20/03/2019	17/03/2019	28	15.00	176.71	23149.61	131.00		3
D18	D18P4'	21/03/2019	04/04/2019	14	15.52	189.18	40730.28	215.30	215.73	2
	D18P5'	21/03/2019	04/04/2019	14	15.36	185.30	39635.39	213.90		5
	D18P6'	21/03/2019	04/04/2019	14	15.38	185.78	40500.38	218.00		5
	D18P7'	21/03/2019	18/04/2019	28	15.26	182.89	46820.81	256.00	253.50	3
	D18P8'	21/03/2019	18/04/2019	28	15.00	176.71	44938.52	254.30		6
	D18P9'	21/03/2019	18/04/2019	28	15.00	176.71	44213.99	250.20		2

APÉNDICE 6. Ensayo de resistencia a la flexión de concreto poroso

Ficha 28.

Resistencia a la compresión de concreto poroso

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
	TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÉTODO DE VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL (NTP 339.078)

N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	b: Ancho Prom. (cm)	d: Altura Prom. (cm)	Long. De Especímenes (cm)	I: Long. Entre Soportes (cm)	P: Carga Ultima (kg)	R. 28 Días (kg/cm ²)	R. Promedio (kg/cm ²)
D1	D1V1	07/02/2019	07/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	459.00	8.00	7.90
	D1V2	07/02/2019	07/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	505.69	8.70	
	D1V3	07/02/2019	07/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	396.38	7.00	
D2	D2V1	11/02/2019	11/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	808.99	14.10	13.23
	D2V2	11/02/2019	11/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	761.44	13.10	
	D2V3	11/02/2019	11/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	707.81	12.50	
D3	D3V1	12/02/2019	12/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	596.70	10.40	10.40
	D3V2	12/02/2019	12/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	680.06	11.70	
	D3V3	12/02/2019	12/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	515.29	9.10	
D4	D4V1	13/02/2019	13/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	814.73	14.20	14.83
	D4V2	13/02/2019	13/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	889.31	15.30	
	D4V3	13/02/2019	13/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	849.38	15.00	
D5	D5V1	18/02/2019	18/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	1434.38	25.00	25.50
	D5V2	18/02/2019	18/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	1517.06	26.10	
	D5V3	18/02/2019	18/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	1438.28	25.40	
D6	D6V1	18/02/2019	18/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	1623.71	28.30	28.47
	D6V2	18/02/2019	18/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	1627.50	28.00	
	D6V3	18/02/2019	18/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	1647.79	29.10	

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÉTODO DE VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL (NTP 339.078)

N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	b: Ancho Prom. (cm)	d: Altura Prom. (cm)	Long. De Especímenes (cm)	l: Long. Entre Soportes (cm)	P: Carga Ultima (kg)	R. 28 Días (kg/cm ²)	R. Promedio (kg/cm ²)
D7	D7V1	19/02/2019	19/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	1726.99	30.10	29.80
	D7V2	19/02/2019	19/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	1743.75	30.00	
	D7V3	19/02/2019	19/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	1659.11	29.30	
D8	D8V1	19/02/2019	19/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	1658.14	28.90	29.13
	D8V2	19/02/2019	19/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	1685.63	29.00	
	D8V3	19/02/2019	19/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	1670.44	29.50	
D9	D9V1	20/02/2019	20/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	2553.19	44.50	44.50
	D9V2	20/02/2019	20/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	2615.63	45.00	
	D9V3	20/02/2019	20/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	2491.50	44.00	
D10	D10V1	20/02/2019	20/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	3218.74	56.10	56.77
	D10V2	20/02/2019	20/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	3330.56	57.30	
	D10V3	20/02/2019	20/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	3221.96	56.90	
D11	D11V1	25/02/2019	25/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	2438.44	42.50	42.87
	D11V2	25/02/2019	25/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	2499.38	43.00	
	D11V3	25/02/2019	25/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	2440.54	43.10	
D12	D12V1	26/02/2019	26/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	2656.46	46.30	47.17
	D12V2	26/02/2019	26/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	2801.63	48.20	
	D12V3	26/02/2019	26/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	2661.38	47.00	

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÉTODO DE VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL (NTP 339.078)

N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	b: Ancho Prom. (cm)	d: Altura Prom. (cm)	Long. De Especímenes (cm)	I: Long. Entre Soportes (cm)	P: Carga Ultima (kg)	R. 28 Días (kg/cm ²)	R. Promedio (kg/cm ²)
D13	D13V1	04/03/2019	01/04/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	3052.35	53.20	53.60
	D13V2	04/03/2019	01/04/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	3144.56	54.10	
	D13V3	04/03/2019	01/04/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	3029.44	53.50	
D14	D14V1	05/03/2019	02/04/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	3448.24	60.10	60.80
	D14V2	05/03/2019	02/04/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	3621.19	62.30	
	D14V3	05/03/2019	02/04/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	3397.50	60.00	
D15	D15V1	18/03/2019	15/04/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	2478.60	43.20	44.17
	D15V2	18/03/2019	15/04/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	2574.94	44.30	
	D15V3	18/03/2019	15/04/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	2548.13	45.00	
D16	D16V1	19/03/2019	16/04/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	2656.46	46.30	45.43
	D16V2	19/03/2019	16/04/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	2569.13	44.20	
	D16V3	19/03/2019	16/04/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	2593.43	45.80	
D17	D17V1	20/03/2019	17/03/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	2220.41	38.70	37.97
	D17V2	20/03/2019	17/03/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	2208.75	38.00	
	D17V3	20/03/2019	17/03/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	2106.45	37.20	
D18	D18V1	21/03/2019	18/04/2019	15.3	15.00	80.00	40.00	3155.63	55.00	54.43
	D18V2	21/03/2019	18/04/2019	15.5	15.00	80.00	40.00	3150.38	54.20	
	D18V3	21/03/2019	18/04/2019	15.1	15.00	80.00	40.00	3063.41	54.10	

APÉNDICE 7. Ensayo de permeabilidad de concreto poroso

Ficha 29.

Ensayo de permeabilidad de concreto poroso

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (ACI 522R-10)

$$k = \frac{L * a * \ln \frac{h1}{h2}}{t * A}$$

Donde:

k : Coeficiente de permeabilidad (cm/s)

L : Altura de la muestra (cm)

a : Área de la tubería de carga (cm²)

h1 : Altura de columna de agua medida al inicio de la prueba (cm)

h2 : Altura de columna de agua medida al final de la prueba (cm)

t : Tiempo de demora en pasar el agua, h1-h2 (s)

A : Área promedio de la muestra (cm²)

Diseño	Muestra	L	A	a	h1	h2	t	k	k (prom)
D11	D11P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	15.03	0.18	0.19
	D11P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	13.42	0.20	
	D11P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	14.15	0.19	
D12	D12P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	18.15	0.15	0.15
	D12P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	17.90	0.15	
	D12P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	17.20	0.16	
D13	D13P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	18.00	0.15	0.14
	D13P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	19.20	0.14	
	D13P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	20.10	0.14	
D14	D14P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	35.20	0.08	0.08
	D14P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	36.20	0.08	
	D14P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	34.50	0.08	
D15	D15P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	59.08	0.05	0.05
	D15P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	60.00	0.05	
	D15P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	57.30	0.05	

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (ACI 522R-10)

$$k = \frac{L * a * \ln \frac{h1}{h2}}{t * A}$$

Donde:

k : Coeficiente de permeabilidad (cm/s)

L : Altura de la muestra (cm)

a : Área de la tubería de carga (cm²)

h1 : Altura de columna de agua medida al inicio de la prueba (cm)

h2 : Altura de columna de agua medida al final de la prueba (cm)

t : Tiempo de demora en pasar el agua, h1-h2 (s)

A : Área promedio de la muestra (cm²)

Diseño	Muestra	L	A	a	h1	h2	t	k	k (prom)
D1	D1P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.02	0.25	0.25
	D1P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	10.23	0.27	
	D1P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.85	0.23	
D2	D2P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	8.22	0.33	0.31
	D2P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	10.04	0.27	
	D2P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	8.15	0.34	
D3	D3P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.51	0.24	0.28
	D3P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	9.39	0.29	
	D3P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	8.42	0.32	
D4	D4P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	12.17	0.22	0.20
	D4P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	13.15	0.21	
	D4P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	16.73	0.16	
D5	D5P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.93	0.23	0.25
	D5P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	9.96	0.27	
	D5P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.54	0.24	

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (ACI 522R-10)

$$k = \frac{L * a * \ln \frac{h1}{h2}}{t * A}$$

Donde:

k : Coeficiente de permeabilidad (cm/s)

L : Altura de la muestra (cm)

a : Área de la tubería de carga (cm²)

h1 : Altura de columna de agua medida al inicio de la prueba (cm)

h2 : Altura de columna de agua medida al final de la prueba (cm)

t : Tiempo de demora en pasar el agua, h1-h2 (s)

A : Área promedio de la muestra (cm²)

Diseño	Muestra	L	A	a	h1	h2	t	k	k (prom)
D6	D6P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.85	0.23	0.21
	D6P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	12.36	0.22	
	D6P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	14.85	0.18	
D7	D7P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	12.15	0.23	0.22
	D7P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	13.00	0.21	
	D7P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	12.78	0.21	
D8	D8P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.97	0.23	0.24
	D8P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.06	0.25	
	D8P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	11.36	0.24	
D9	D9P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	13.43	0.20	0.19
	D9P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	14.51	0.19	
	D9P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	14.96	0.18	
D10	D10P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	21.82	0.13	0.13
	D10P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	20.74	0.13	
	D10P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	20.00	0.14	

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (ACI 522R-10)

$$k = \frac{L * a * \ln \frac{h1}{h2}}{t * A}$$

Donde:

k : Coeficiente de permeabilidad (cm/s)

L : Altura de la muestra (cm)

a : Área de la tubería de carga (cm²)

h1 : Altura de columna de agua medida al inicio de la prueba (cm)

h2 : Altura de columna de agua medida al final de la prueba (cm)

t : Tiempo de demora en pasar el agua, h1-h2 (s)

A : Área promedio de la muestra (cm²)

Diseño	Muestra	L	A	a	h1	h2	t	k	k (prom)
D16	D16P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	180.20	0.02	0.01
	D16P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	200.00	0.01	
	D16P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	190.50	0.01	
D17	D17P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	17.79	0.15	0.15
	D17P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	19.67	0.14	
	D17P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	17.92	0.15	
D18	D18P1	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	22.66	0.12	0.12
	D18P2	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	23.12	0.12	
	D18P3	15.00	81.07	81.07	30.00	25.00	25.40	0.11	

APÉNDICE 8. Diseño de mezcla de concreto convencional

Ficha 30.

Diseño de concreto convencional

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ

DISEÑO DE CONCRETO CONVENCIONAL $f'c$ 210 Kg/cm²

Consideraciones de Diseño

$F'c$	210 Kg/cm ²
Cemento	Pacasmayo Tipo I
Pe Cemento	3080 Kg/m ³
Pe Agua	1000 Kg/m ³
Slump	3"

Datos de Agregados

	Fino	Grueso
Perfil		Angular
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1531.04	1483.23
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1599.71	1576.49
Peso Específico (kg/m ³)	2550	2650
Modulo de Fineza	2.65	6.86
TMN		3/4"
% Absorción	1.82	0.83
% Humedad	1.42	0.53

Paso 1. Selección del asentamiento (TABLA A)

SLUMP 2" a 3"

Paso 2. Selección del tamaño máximo del agregado

Tamaño máximo del agregado 3/4"

Paso 3. Estimación del agua de mezcla (TABLA B)

Agua aproximada 200

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA			
	TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO DE CONCRETO CONVENCIONAL $f'c$ 210 Kg/cm²

Paso 4. Selección de la relación agua cemento (TABLA C Y TABLA D)

$K =$ 1.25

$$f'cr = K * f'c$$

$f'cr =$ 262.5 Kg/cm²

$a/c =$ 0.475 sin aire incorporado

Paso 5. Cálculo del contenido de cemento y aditivo

$$\text{Contenido de cemento} \left(\text{en } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Agua de mezclado} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)}{\text{relacion } \frac{a}{c} \text{ (para } f'cr)}$$

Contenido de cemento = 421.05 Kg/m³

Contenido de aditivo = 2476.78 ml/m³

Paso 6. Estimación del contenido de agregado grueso (TABLA E)

Cantidad de agregado grueso (Kg) = (volumen de agregado grueso Tabla E (m³)* Peso unitario seco y compactado (agregado grueso)

volumen de agregado grueso = 0.635

Cantidad de agregado grueso = 1001.071 Kg/m³

Paso 7. Estimación del contenido de agregado fino (TABLA F)

$\text{Peso del agregado fino (Kg)} = \text{Peso del concreto} - (\text{Peso del agregado grueso(Kg)} + \text{Peso del Cemento(Kg)} + \text{Peso del agua de mezclado(Kg)} + \text{Peso del aditivo (Kg)})$

Peso del agregado fino = 729.90 Kg/m³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA			
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

DISEÑO DE CONCRETO CONVENCIONAL $f'c$ 210 Kg/cm²

Paso 8. Ajuste por contenido de humedad de los agregados

$$\text{Peso del agregado húmedo (Kg)} = \text{Peso del agregado seco (Kg)} * \text{Humedad}$$

Peso agregado grueso =	1006.38 Kg/m ³
Peso agregado fino =	740.27 Kg/m ³
Agua de mezcla neta =	202.95 l/m ³

Cantidad de Material por m³ de Concreto	
Cemento	421.05 Kg/m ³
Agregado grueso	1006.38 Kg/m ³
Agregado fino	740.27 Kg/m ³
Agua	202.95 l/m ³
Aditivo	2476.78 ml/m ³

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)	
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

TABLAS PARA DISEÑO DE CONCRETO CONVENCIONAL f'_c 210 Kg/cm²

TABLA A

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN		
Tipo de Construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
Zapatas y muros de cimentación reforzadas	3	1
Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y Losas	3	1
Concreto Masivo	2	1

TABLA B

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO PARA DIFERENTES SLUMP Y TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADOS			
SLUMP (pulg)	Agua en Kg/m ³ de Concreto		
	Tamaño Máximo del Agregado		
	1/2"	3/4"	1 1/2"
1/2" a 2"	190	175	160
2" a 3"	215	200	180
3" a 5"	240	215	195

TABLA C

CONDICIONES	k
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporadica	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.35
Materiales variables, dosificación por volúmenen, sin supervisión especializada	1.5

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH)		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA			
TESISTA:		OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

TABLAS PARA DISEÑO DE CONCRETO CONVENCIONAL $f'c$ 210 Kg/cm²

TABLA D

$f'c$ Kg/cm ²	RELACIÓN a/c (en peso)	
	sin aire incorporado	con aire incorporado
140	0.8	0.71
175	0.67	0.54
210	0.58	0.46
245	0.51	0.4
280	0.44	0.35
315	0.38	requiere otros metodos de estimación

TABLA E

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (m ³)				
Tamaño Máximo del Agregado (pulg)	Módulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70

TABLA F

ESTIMACIÓN DEL PESO DE CONCRETO EN KG/M ³		
Tamaño Máximo del Agregado	Peso del concreto en Kg/m ³	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
1/2"	2315	2235
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355

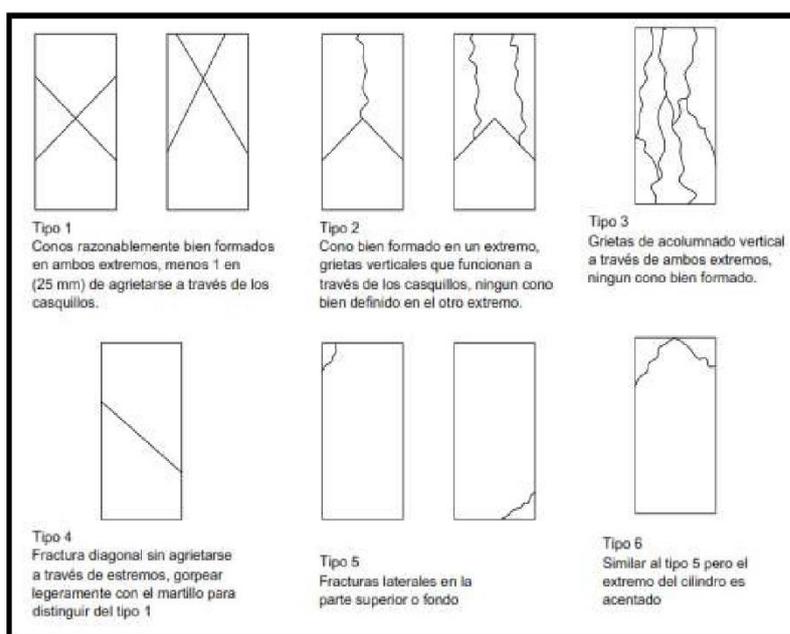
APÉNDICE 9. Ensayo resistencia a la compresión de concreto convencional

Ficha 31.

Resistencia a la compresión de concreto convencional

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA (UNACH) ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA		
TESISTA:	OSMÁN VLADIMIR DÍAZ DÍAZ	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (NTP 339.034)



N° de Diseño	Código	Fecha Vaciado	Fecha Rotura	Edad Días	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (Kgf)	F'c (kg/cm ²)	F'c Promedio	Tipo de Falla
CC	CC1	25/02/2019	25/03/2019	28	15.42	186.75	39786.91	213.05	213.15	2
	CC1	25/02/2019	25/03/2019	28	15.50	188.69	40383.84	214.02		2
	CC1	25/02/2019	25/03/2019	28	15.35	185.06	39435.75	213.10		2
	CC1	25/02/2019	21/02/2019	28	15.42	186.75	39672.99	212.44		2

APÉNDICE 10. Panel Fotográfico

Figura 10

Cantera de Choctapata - Chota.



Nota. Cantera de piedra chancada en la comunidad de Choctapata Rojas pampa

Figura 11

Contenido de humedad y análisis granulométrico de los agregados.



Nota. Determinación del contenido de humedad en el laboratorio de mecánica de los materiales, Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Figura 12

Determinación del peso unitario de los agregados



Nota. Determinación del peso unitario del agregado grueso y el agregado fino en el laboratorio de mecánica de los materiales, Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Figura 13

Elaboración de la mezcla de concreto.

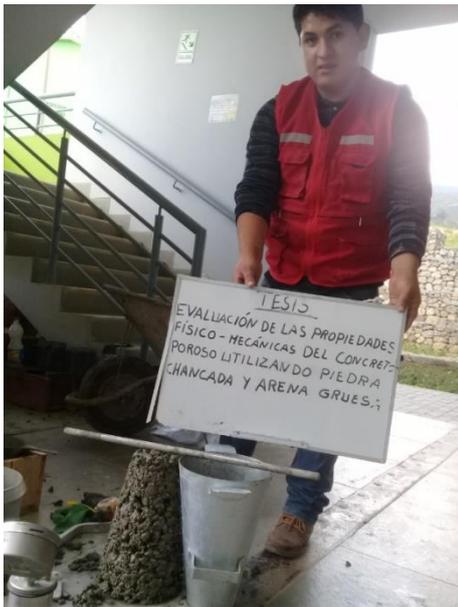




Nota. Elaboración de mezcla de concreto poroso.

Figura 14

SLUMP del concreto poroso



Nota. Asentamiento SLUMP de mezcla de concreto poroso.

Figura 15
Temperatura del concreto poroso



Nota. Toma de temperatura del concreto poroso laboratorio de mecánica de materiales, Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Figura 16

Curado de especímenes de concreto poroso



Nota. Curado de especímenes cilíndricos y prismáticos de concreto porosos exteriores de laboratorio de mecánica de los materiales, Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Figura 17

Peso unitario y contenido de vacíos concreto poroso



Nota. Determinación del peso unitario y contenido de vacíos de concreto poroso.

Figura 18

Especímenes de concreto poroso



Nota. Muestra de especímenes de concreto poroso.

Figura 19

Prueba de permeabilidad del concreto poroso



Nota. Realización de pruebas de permeabilidad de especímenes de concreto poroso, exteriores del laboratorio de mecánica de los materiales Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Figura 20

Ensayo de compresión y flexión de especímenes de concreto poroso



Nota. Ensayos de compresión y flexión realizados en las instalaciones del laboratorio de mecánica de materiales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Figura 21
Concreto convencional



Nota. Contenido de aire y asentamiento SLUMP del concreto convencional.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

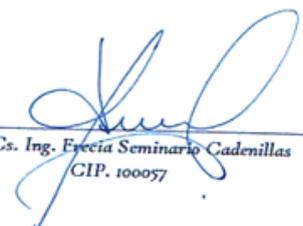


ACTA DE CONFORMIDAD

Chota, 20 de Diciembre del 2021.

Mediante la presente la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería da conformidad que el bachiller: **Osman Vladimir Díaz Díaz**, ha presentado la tesis denominada: **“EVALUACIÓN. DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL CONCRETO POROSO UTILIZANDO PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA, CHOTA”**, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 78 % de originalidad, estando dentro de los límites permitidos, por tanto dando la autorización para que se continúe el proceso de sustentación final.

Sin otro particular.



M. Cs. Ing. Ezequiel Seminario Cadenillas
CIP. 100057

Jefe de la Unidad de Investigación FCI -UNACH