

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia y Permeabilidad de Concreto Permeable $f'c = 175$
kg/cm² Añadiendo 10%, 20% Y 30% de Agregado Fino**

Tesis para obtener el título Profesional de ingeniero civil

Autor:

OBREGÓN MENDOZA, RUBÉN DARÍO

Asesor:

SOLAR JARA, MIGUEL

Huaraz – Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mi camino.

A mi esposa

En el camino encuentras personas que iluminan tu vida, que con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ayudo a concluir esta meta.

A mis padres

El esfuerzo y las metas alcanzadas, refleja la dedicación, el amor que invierten sus padres en sus hijos. Gracias a mis padres son quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a Enrique Obregón y Florencia Mendoza mi mayor inspiración, gracias a mis padres he concluido con mi mayor meta.

PALABRA CLAVE:

Tema

Permeabilidad.

Especialidad

Tecnología del concreto.

KEY WORDS:

Topic

Permeability.

Specialty

Technology of Concrete.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Área

Ingeniería, Tecnología

Sub área

Ingeniería Civil

Disciplina

Ingeniería Civil

Línea de investigación

Construcción y Gestión de la Construcción

TITULO:

**Resistencia y Permeabilidad de Concreto Permeable $f'c = 175$
kg/cm² Añadiendo 10%, 20% Y 30% de Agregado Fino**

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto permeable. $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, añadiendo el agregado fino (arena) en porcentajes de 10%, 20% y 30%, en el diseño de mezcla del concreto en la ciudad de Huaraz, Es una investigación aplicada y explicativa, con orientación cuantitativo, de diseño experimental en conjunto y al azar, porque es un proceso en el cual se analizará la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable patrón y experimental, para ello se elaboraron 48 especímenes cilíndricas, 36 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado y los 12 especímenes para el ensayo de permeabilidad, la técnica utilizado fue la observación, el procesamiento de los datos se realizó con los programas Excel y SPSS, el análisis con tablas, gráficos y prueba de hipótesis.

Donde se demuestra según los resultados obtenidos al 30% de agregado fino, mejoró la resistencia a la compresión, manteniendo las características de permeabilidad que necesita el concreto permeable, la resistencia del diseño añadiendo el 30% del agregado fino respecto al diseño patrón incrementa en un porcentaje de 3.8% a los 28 días de curado, obteniendo una resistencia de 184.3 kg/cm^2 , el más favorable diseño que se obtuvo en comparación de los otros diseños, según los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro - Huaraz

ABSTRACT

The objective of this investigation, was accomplished to analyze compression strength and permeability of the permeable concrete of $f'c$ 175 kg/, adding the fine aggregate (sand) in percentages of 10 %, 20 % and 30 %, in the blending design of the concrete in the city of Huaraz, Is an investigation applied and explanatory, with orientation quantitative, designing experimental as a whole and at random, because a process in which the compression strength and permeability of the permeable concrete will be analyzed is a boss and experimental, for it became elaborate 48 specimens cylindrical, 36 test tubes for the essay from compression strength at 7, 14 and 28 days of curing and the 12 specimens for the essay of Permeability, the technique used was the observation, the processing of the data came true with the programs Excel and SPSS, the analysis with tie, graphics and hypothesis testing.

Where it is demonstrated according to the results obtained to 30 % of fine aggregate, he improved compression strength, holding the characteristics of permeability that needs the permeable concrete, the resistance of the design adding 30 % of the fine aggregate in relation to the design boss increments in 3,8 %'s percentage the 28 days of curing, getting from 184,3 kg/cm² a resistance, the very favorable best design that was obtained itself comparatively of the other designs, according to the essays sold off in the laboratory of mechanics of grounds of the University San Peter – Huaraz.

ÍNDICE

PALABRA CLAVE

KEY WORDS

LINEA DE INVESTIGACION

TITULO

RESUMEN

ABSTRAC

INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO	32
III. RESULTADOS.....	54
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN.....	72
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES.....	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79
VIII. ANEXOS	82

I. INTRODUCCION

En Estados Unidos, el hormigón irregular apareció en la década de 1970 para hacer frente al aumento del volumen de agua superficial debido al aumento de las zonas urbanizadas con altos coeficientes de caudal. Con el tiempo, los materiales porosos se han utilizado para transformar la escorrentía superficial en permeado y también han jugado un papel en el desarrollo urbano (estacionamientos, canchas de tenis, ciclovías, etc.).

La presente investigación pretende contribuir de manera técnica en la solución a los problemas de escorrentía que se presenta nuestra ciudad de Huaraz y en muchas ciudades de nuestro país donde las precipitaciones son de intensidades muy altas, el concreto permeable es una alternativa de solución a estos diferentes problemas generados. Las ciudades peruanas han experimentado un desarrollo urbano acelerado año tras año. Durante estas temporadas de lluvias, se produjeron grandes inundaciones en las zonas urbanas.

Huaraz no es inmune, ya que el drenaje de agua de lluvia producirá agua superficial, lo que generalmente ocurre durante la temporada de lluvias (noviembre a abril) y tiene un impacto negativo en el desarrollo urbano, el comercio, tráfico vehicular y peatonal.

En este caso, el objetivo de este trabajo es encontrar una solución al problema de la gestión del agua de lluvia con el uso de hormigón permeable. Este material se caracteriza por su capacidad de penetrar el agua a través de poros interconectados, controlando y mejorando la calidad del agua de lluvia. El hormigón de madera dura se puede usar en carreteras de bajo costo, estacionamientos, aceras, aceras y carriles para bicicletas, y al mismo tiempo como sistema de alcantarillado.

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

En 1852, el primer requisito de concreto permeable se registró internacionalmente en el Reino Unido. Dos de las casas fueron construidas con grava gruesa y cemento. Después de desarrollos anteriores, el hormigón poroso no se menciona desde hace 70 años. Se cree que fue reintroducido desde los Países Bajos al Reino Unido en 1923, donde se construyeron 50 casas de dos pisos en Edimburgo y en los años siguientes en todas las fábricas de clinker en Liverpool, Manchester, Londres y Willisdon. Se construyeron 800 pisos. , Ampliado a un edificio de cinco pisos en la década de 1950 (Aguado de Cea, 1988).

Con el fin de reducir la influencia de las condiciones de conducción del agua vacía, en los últimos años se ha desarrollado otro método de diseño de aceras alrededor del mundo, es decir, construir una estructura que pueda atravesar el agua. Frente a la superficie interna de la estructura, evitando así la acumulación de agua en su superficie y la caída del suelo, estas condiciones provocan dos problemas relacionados con los caminos en mal estado. (EPA, 1999).

Desde mediados del siglo XIX, el concreto permeable se ha utilizado en edificios debido a su bajo costo (ACI 522R-10, 2010). Entre 1945 y 1950 se inició el primer experimento de utilizar hormigón poroso como capa de pavimento en la construcción de caminos rurales. Unos años más tarde, estos estudios se terminaron; este tipo de capa de laminación contradice el principio de regulación de la rigidez y homogeneidad del hormigón convencional sobre pavimentos.

Antes de 2002, las universidades y las instituciones privadas resumían la investigación específica destructiva en investigación independiente, pero todavía no existía un procedimiento estándar unificado para los estándares de diseño y los métodos de prueba. Ese año, ACI 522R-02 publicó un informe sobre su aplicación, diseño, propiedades, métodos de construcción, pruebas e inspección. En 2009, el subcomité de ASTM

C09.49 Procedimientos publicitados para compresión, peso unitario / contenido de huecos y penetración de concreto poroso.

Fernández (2008) Costa Rica aún no ha realizado investigaciones sobre el uso de concreto permeable. Hasta 2006, la situación en otros países mostraba que las universidades y las instituciones privadas habían realizado investigaciones independientes, pero no existían regulaciones que pudieran definir de manera uniforme estándares para mezclas de concreto deficiente. En Costa Rica, actualmente existen aplicaciones que utilizan concreto metamórfico, pero la mayoría de ellas utilizan aditivos suministrados por empresas privadas, lo que encarece la mezcla. Las realidades económicas de muchos municipios y la necesidad de solucionar los problemas de inundaciones urbanas impulsaron el desarrollo de esta investigación para comprender las propiedades del hormigón permeable de los materiales costarricenses y determinar la posibilidad de obtener suficiente resistencia y permeabilidad en aplicaciones de bajo costo, pero Función adecuada.

En Perú, este tema es relativamente nuevo, con poca investigación y pruebas. Sin embargo, se utilizó concreto preacabado recientemente en el revestimiento de las tuberías de la Hidrovía Huachipa construida en 2011. En 2013, la Universidad de San Agustín de Arequipa y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) realizaron un estudio cuyo principal objetivo fue estudiar el fenómeno de la obstrucción en concreto permeable (Aire et al., 2013).

C. Flores y I. Pacompia (2015) Concluyen En el proyecto mixto de concreto permeable para pavimento diseñado en Puno con un área de $175,175 \text{ kg / cm}^2$, la combinación de tiras de caucho de polipropileno (3 mm x 30 mm) puede mejorar parcialmente su desempeño, principalmente su resistencia al estrés. Se determinó que agregar dos por ciento a estas zonas (en las tres zonas estudiadas) aumentaría la resistencia a la compresión del concreto destructivo. En comparación con otras propiedades estudiadas (por ejemplo, contenido de huecos y coeficiente de permeabilidad), se puede determinar que la adición de tiras de polipropileno provocará ligeras variaciones en su tamaño y mostrará una tendencia a disminuir a medida que aumenta el porcentaje. Además del artículo.

Guizado Barrios (2017) “El hormigón permeable se evalúa como una opción para controlar el agua de lluvia en carreteras locales y especiales de la costa noroeste de Perú. El diario ha elegido el título de Universidad Católica del Perú”.

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

El trabajo de investigación se establece en teorías y normas, que facilitara el sustento científico para su elaboración del concreto permeable.

- NORMAS NTP 400.021 y ASTM C128: Peso específico y absorción del agregado grueso.
- NORMAS NTP 400.012, ASTM C33 y D448: Análisis Granulométrico de agregados.
- NORMA ASTM C29: Peso unitario.
- NORMA ASTM D2216-71: Contenido de Humedad.
- NORMA ACI 301: Calidad del agua.
- NORMAS NTP 334.009 y ASTM C150-99: Cemento Portland T1.
- NORMA ACI 522-R6: Relación a/c.
- NORMA ASTM C1688: Moldeo de probetas.
- NORMA ASTM C39 INEN 1 573: Determinación del esfuerzo a compresión en cilindros de concreto.
- Norma ACI 522-R10: Diseño de mezclas, contenido de vacíos y Ensayo de permeabilidad.

La investigación se basa en el estudio de la resistencia a compresión y permeabilidad de probetas cilíndricas de concreto permeable adicionando 10%, 20% y 30% del agregado fino (arena)

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación pretende contribuir de manera técnica en la solución a los problemas de escorrentía que se presenta en nuestra ciudad de Huaraz y en muchas ciudades de nuestro país donde las precipitaciones son de intensidades muy altas, el concreto permeable es una alternativa de solución a estos diferentes problemas generados.

Durante las lluvias en nuestra ciudad de Huaraz, debido al mal diseño del sistema de drenaje de agua de lluvia o la falta de un sistema de drenaje de agua de lluvia, las inundaciones se inundaron. Además, debido a la falta de mantenimiento, una pequeña cantidad de alcantarillas existentes no pueden funcionar correctamente. En muchos casos, el desarrollo de carreteras requiere la construcción de zanjas que puedan resistir adecuadamente las tensiones transferidas por cargas de tráfico repetidas durante el período de diseño.

La investigación del concreto permeable permitirá conocer mejor su desempeño, lo que brindará una solución alternativa para reducir la escorrentía superficial en caso de fuertes lluvias en la ciudad de Huaraz, que se intensificaron de diciembre a marzo. En otros países, este material se ha estudiado exitosamente en pavimentos de vías locales o vías especiales, como una solución práctica a los problemas ya mencionados. Esta investigación pretende que el concreto permeable pueda ser aplicado dentro del contexto de la construcción en el Perú, además de implementar guías y normativas actualizadas por el ACI y la ASTM.

Esta investigación busca elaborar el concreto permeable que es capaz de cumplir los requisitos de resistencia y permeabilidad para ser considerado como un aglomerado para los trabajos de construcción de pavimentado.

PROBLEMA.

¿Planteamiento del problema?

En las últimas décadas la evacuación de aguas pluviales y la reducción de las condiciones de escorrentía (enraizamiento de sólidos y diversos contaminantes depositados en las carreteras) han sido problemáticos, principalmente por el desarrollo acelerado de ciudades conectadas a grandes áreas. Utilice suelos convencionales (impermeables).

El uso no discriminatorio de estas estructuras en áreas urbanas aumentó significativamente la escorrentía y el flujo superficial, aumentó el riesgo de posibles inundaciones en áreas urbanas bajas, afectó negativamente las condiciones del flujo de aguas pluviales y redujo la capacidad de suministro de agua natural. Las ciudades peruanas han experimentado un desarrollo urbano acelerado año tras año. Durante la temporada de lluvias, se producen grandes inundaciones en las zonas urbanas. La ciudad de Huaraz no es inmune porque la evacuación del agua de lluvia producirá agua superficial. Este fenómeno suele ocurrir durante la temporada de lluvias (noviembre a abril) y tiene un impacto negativo en el desarrollo urbano, inundaciones de viviendas, tráfico de vehículos y peatones. Fluye a través de la formación.

De persistir la situación actual, año tras año en época de lluvias, se seguirán presentando problemas de tránsito en la zona central, en el mercado de abastos y en toda la parte baja de la ciudad de Huaraz (lluvias intensas e inundaciones en las zonas bajas). Para solucionar los efectos negativos mencionados anteriormente, se recomienda implementar tecnologías de drenaje sustentable, como BMP y SUDS, especialmente el uso de concreto permeable en las aceras de Huaraz.

¿Cuál es la resistencia y permeabilidad de un concreto permeable de $f'c=175$ kg/cm² cuando se adiciona un 10%, 20%, y 30% de agregado fino en comparación con el concreto permeable patrón?

“El concreto permeable es una mezcla de cemento Portland, agregado grueso, agregado fino o delgado, compuesto y agua. Estos componentes permiten obtener un material resistente con poros interconectados y aberturas entre 2 y 8 mm, permitiendo así que el agua penetre fácilmente. El contenido de huecos disponible en el flujo de agua está entre el 15% y el 35% y la resistencia a la compresión típica es de 28-280 kg / cm². La permeabilidad está aproximadamente entre 81 y 730 L / min / m² y depende del tamaño del aditivo y de la densidad de la mezcla ”(ACI 522R, 2010).

MARCO REFERENCIAL

a. Porosidad

Para Torre (2004), Porosidad: "Proviene de los poros, lo que significa que no hay espacio ocupado por materia sólida en la mezcla de concreto. Esta es una de las características más importantes a considerar.”.

La resistencia del concreto y su permeabilidad dependen de la porosidad o porcentaje de huecos, que se ve afectado por la cantidad de gas natural fino, la cantidad de cemento y la capacidad de compactación del hormigón. Para un diseño de hormigón incorrecto, el valor del porcentaje de vacíos varía entre el 15% y el 30% (Pérez, 2017).

b. Gradación de Agregados

El agregado es muy importante en el diseño de mezclas de concreto y representa tres cuartas partes del valor total. También debe tenerse en cuenta que los deslizamientos de tierra contaminados pueden limitar la resistencia del hormigón. Estos elementos aportan estabilidad y durabilidad al volumen. El agregado se puede definir entonces como partículas minerales de origen natural o artificial, cuyo diámetro se define en estándares establecidos. (Torre, 2004,).

c. Agregado Fino:

Los deslizamientos de tierra finos suelen estar compuestos de arena o grava natural, la mayoría de los cuales tienen un tamaño inferior a 5 mmLos

agregados finos deben cumplir con ciertas reglas para obtener la mejor aplicación de ingeniería: deben estar compuestos por partículas durables, limpias, duras y resistentes a roturas que no contengan químicos de absorción, recubrimientos de arcilla y otros posibles efectos. Material fino para su hidratación y adherencia. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. (Polanco 2012).

d. Relación Agua/Cemento (a/c).

La relación agua-cemento es sumamente importante para obtener suficiente resistencia a la compresión, por lo tanto, debido al uso de hormigón deformado, se debe prestar especial atención a lo dispuesto en la norma.

“Un alto a/c puede ocasionar que la pasta fluya entre los agregados, obstruyendo los vacíos entre ellos; por otro lado, un bajo a/c puede provocar poca adhesión entre los agregados y generando problemas de trabajabilidad” (ACI 522R, 2010).

La relación A / c está entre 0,35 y 0,50; asegúrese de que la pasta cubra completamente los agregados y se combinen de manera que no dañen la formación de poros, para que no penetren. El exceso de agua hará que el sistema de poros colapse. Este es el tipo más importante. Porque son de hormigón que permite el paso del agua. El uso de una pequeña cantidad de agua dará como resultado una mezcla desigual y una baja resistencia a la compresión.

El exceso de agua hará que la masa selle los huecos en la mezcla y también lave los agregados, exponiéndolos, por lo que su resistencia al desgaste es baja. El contenido de agua óptimo puede producir una pasta de cemento completamente húmeda con alta viscosidad. La mezcla tendrá un aspecto metálico brillante o húmedo. Para una proporción de mezcla dada,

tipo y tamaño de agregado, el rango óptimo de proporción a / c es estrecho; la lechada de cemento de esta mezcla óptima establecerá una unión suficiente entre las partículas de agregado sin pasar a través de los orificios de filtrado de la red, y hará que la estructura de vacío requerida sea firme (ACI 211.3R-02).

o



Figura 1: a) muy poca agua, b) adecuada cantidad de agua y c) demasiada agua.

Fuente: (Aire, Mendoza y Daniel, 2012).

e. Agua:

La calidad del agua para el concreto permeable está gobernada por los mismos requisitos que para el concreto convencional, en el ACI 301. Generalmente, el agua potable es apta para el concreto. El concreto admisible debe suministrarse con una proporción de agua relativamente baja (a / c) (0.30 a 0.40), porque el exceso de agua puede causar pérdida de lodo y adherencia del sistema poroso (ACI 522, 2006). Por lo tanto, la adición de agua debe controlarse cuidadosamente en el sitio.

Propiedades del Concreto Permeable - en Estado Fresco

El rendimiento en condiciones frescas que se debe considerar al diseñar concreto permeable es:

Trabajabilidad

Para ACI en (2007), la trabajabilidad “Las propiedades del concreto o mortero en estado fresco determinan la facilidad y uniformidad de mezclado, colocación, compactación y acabado”. Ésta es una de las características a las que hay que prestar atención en el buen diseño de malos hormigones, pues nos permitirá controlar mejor la separación de terrenos.

Consistencia

Puede considerarse como un atributo que nos permite observar lo fácil que es para el concreto llenar completamente el molde. La prueba que puede determinar este atributo es una prueba lenta específica realizada utilizando la norma ASTM C143. Para el concreto a presión, al tratarse de una mezcla muy dura, esta prueba no se considera un control de calidad sino un valor de referencia. (Pérez, 2017, p. 29)

De acuerdo con las recomendaciones del American Concrete Institute (ACI), se recomienda depositar diferentes tipos de concreto, por lo que para concreto permeable, el asentamiento máximo es de 2 cm y la lechada mínima es de 0 cm.

Densidad

Para Montejo (2006), la densidad o peso unitario “es la masa del material necesario para llenar un volumen unitario” (p. 61). Podemos entenderlo como el peso por unidad de concreto. Debido a la alta porosidad del concreto deformado, se considera concreto ligero porque su densidad es del 70% del concreto ordinario. Su valor se encuentra entre 1600 y 2000 kg / m³ (López, 2010, p. 35)

Contenido de Aire

Para Torre (2004), se “Mida la cantidad de aire capturado o retenido en la mezcla, expresada como porcentaje del volumen total.” (p. 13). Es importante no tener demasiado contenido de aire en la mezcla ya que de ser así disminuirá la resistencia.

Peso Unitario

El peso unitario (peso volumétrico, densidad o masa unitaria) del hormigón anormal en estado fresco suele variar entre el 70% y el 85% de la mezcla fresca de hormigón convencional, oscilando entre 1600 y 2000 kg / m³, dependiendo del porcentaje de huecos. . Los mismos dibujos.

Revenimiento (slump)

El revenimiento o asentamiento se usa generalmente para medir la consistencia del concreto fresco. Esto significa que después de humedecer la mezcla, el procedimiento para realizar esta prueba se describirá en ASTM C143. Sin embargo, las mezclas de hormigón prematuras se caracterizan por una "reducción cero" y el valor medido está generalmente entre 0 y 1 cm.

Propiedades del concreto permeable - en estado endurecido

El diseño del concreto permeable debe considerar el rendimiento en estado templado:

Permeabilidad

Para Portugal (2007), menciona que la “Como cualquier material, la permeabilidad del concreto se debe a la diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material, que pueden ser penetradas por fluidos (agua, aire, vapor de agua).” (p. 236).

La principal característica del hormigón permeable es sin duda la capacidad de filtrar fluidos a través de su estructura. Esta capacidad está directamente relacionada con el diseño óptimo de la mezcla, por lo que se debe enfatizar esta característica.

“Diferentes estudios y pruebas han demostrado que para obtener una filtración significativa, el contenido mínimo de vacío es de alrededor del 15%, además, para que la permeabilidad de esta mezcla sea satisfactoria, el tiempo de medición debe ser inferior a 100 segundos.” (López, 2010, p. 41).

Durabilidad

Sin cambiar sus propiedades mecánicas, el concreto debe resistir la acción de este elemento se considera esta capacidad o desempeño. Al igual que el concreto tradicional, la durabilidad del concreto permeable también debería verse afectada por su durabilidad. (Pérez, 2017, p. 33).

“Considera la resistencia del concreto a tres factores principales, abrasión, congelamiento-deshielo y sulfato. Los diferentes tipos de concreto requieren diferentes duraciones, dependiendo de la exposición ambiental y el desempeño requerido. La composición del concreto, la proporción de estos componentes, la interacción entre ellos y el método de colocación y curado determinan la vida útil final y la vida útil del concreto.” (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004, p. 13).

Propiedades físicas:

Al realizar las pruebas, puede comprender las propiedades físicas de los agregados y diseñar una hormigonera aceptable. Las condiciones de prueba probaron el agregado y sus condiciones de respuesta, y predijeron su comportamiento durante el proceso de hormigonado y en el hormigón terminado.

Peso unitario suelto

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente con un diámetro y profundidad especificados, dependiendo del tamaño máximo del aditivo, hasta que se desborde, luego se nivela pasando una varilla sobre él. El peso unitario se obtiene multiplicando el peso neto por el factor de calibración calculado (f).

Peso unitario compactado

Al llenar el cilindro (recipiente) en tres etapas, un tercio del volumen se pasa 25 veces por una varilla de compactación de cabeza redonda de 5/8 de pulgada de diámetro y se eliminan todas las protuberancias. El peso unitario de la compactación es el factor de corrección calculado multiplicando por el peso neto (f).



Figura 2: Herramientas utilizadas para el ensayo de peso unitario del material Fuente: Autor

Peso específico (NTP 400.022)

el peso específico es la relación entre el peso de un material y su volumen, la diferencia entre este y peso unitario es que no se tiene en cuenta el volumen que ocupa la materia prima. Debe tener este valor para cumplir con la dosis de la mezcla y también debe verificar si el reactivo coincide con el peso normal del material.

Porcentaje de absorción (NTP 400.022)

Esta es la capacidad del agregado para absorber agua en contacto con él. Como contenido de agua, esta característica afecta el contenido de agua de la relación agua / cemento en el hormigón.

También se define como la diferencia entre el peso del material seco en la superficie y el peso del material seco en el horno (24 horas), todo dividido por el peso seco y luego multiplicado por 100.



Figura 3: Equipos de ensayo de peso específico y absorción Fuente: Autor.

Contenido de humedad (NTP 400.010)

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varía. También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 hrs.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

Granulometría (NTP 400.012).

El agregado estará dentro del rango especificado en NTP400.012 o ASTM C136. El tamaño de partícula seleccionado es preferiblemente uniforme o continuo, y su valor se almacena en la cuadrícula No. 4 a No. 100 de la serie Tyler.

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis del tamaño de partículas divide la muestra en fracciones del mismo tamaño según el tamaño de poro de los tamices utilizados. Las normas técnicas peruanas especifican especificaciones de tamaño de partícula.

Propiedades mecánicas del concreto permeable

Para poder utilizar concreto en diversas estructuras, las propiedades mecánicas que se deben considerar son las siguientes:

Resistencia a la Compresión NTP 339.034(ASTM C39)

Se define como la tensión máxima que un material puede soportar bajo una carga puntual. Durante la instalación, la fuerte tensión del hormigón influirá fuertemente en la resistencia a la compresión del hormigón habitado. En la figura se muestra la relación entre la resistencia a la compresión del concreto permeable y el contenido de vacíos. La figura se basa en los resultados de una serie de ensayos de laboratorio, considerando dos tamaños de agregado grueso para un esfuerzo de compactación.

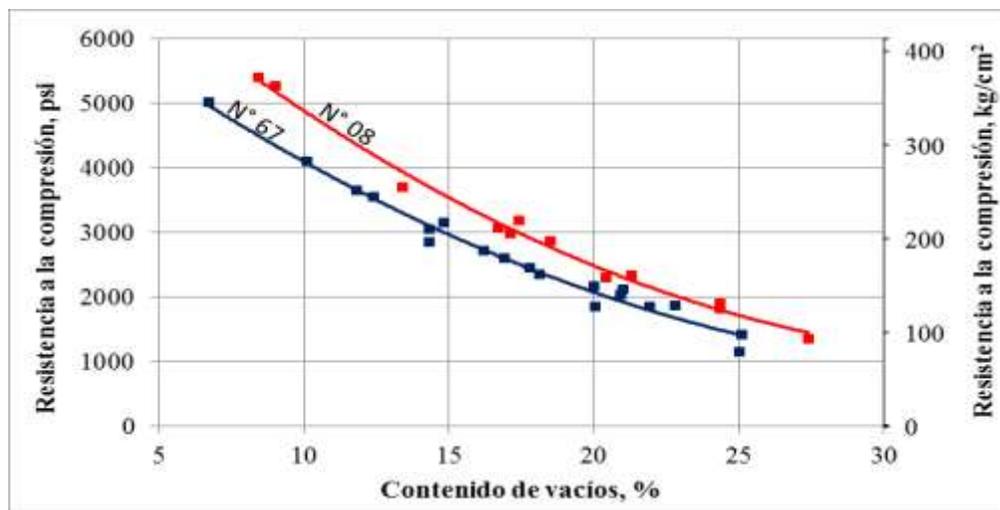


Figura 4 : Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión.
Fuente: Adaptada a Meininger.

“La resistencia que pueda alcanzar el hormigón dependerá de la cantidad de agua utilizada en su preparación. Una gran cantidad de agua hará que el cemento se derrita, lo que resultará en una adhesión deficiente o insuficiente entre las partículas de agregado. Por otro lado, una cantidad insuficiente de agua dará como resultado una falta de cohesión entre las mismas partículas. De cualquier manera, el resultado final será una mezcla con poca resistencia.” (Rivera, 2011, p. 125).

Depende de la cantidad de agregado fino, el tamaño de partícula del petróleo crudo agregado, la relación a / c , la cantidad de cemento y el grado de compactación, y la resistencia del concreto. Cuanto mayor es el vacío, menor es la resistencia y viceversa. (López, 2010, p. 37).

“La resistencia del concreto permeable debería variar entre 70 y 280 kg/cm²” (ACI 522R, 2010).

Sistema de drenaje

“El propósito de esta estructura es asegurar la evacuación del caudal de agua provocado por la precipitación en la cuenca o zona de asentamiento humano, y minimizar las molestias, peligros y / o daños a personas, propiedad. el medio ambiente y la infraestructura existente. Rehabilitación, 2016).

Eficacia de Drenaje

“El funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales debe garantizar la seguridad del tráfico de peatones y vehículos. En caso de tormenta, se debe minimizar el impacto en la infraestructura urbana y los residentes.” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016, p. 2).

El funcionamiento del sistema impermeable debe garantizar la seguridad del tránsito peatonal y vehicular. En caso de tormenta, se debe minimizar el impacto en la infraestructura urbana y los residentes.

Drenaje Pluvial.

El drenaje pluvial tiene como su principal función el manejo, control y conducción adecuada de la escorrentía de las aguas de lluvia en forma separada de las aguas residuales. Y llevarla o dejarla en sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los habitantes de las ciudades. Un sistema de alcantarillado pluvial está constituido por una red de conductos, estructuras de captación y estructuras complementarias. Su objetivo es el manejo, control

y conducción de las aguas pluviales que caen sobre las cubiertas de las edificaciones, sobre las calles y avenidas, veredas, jardines, etc. evitando con ello su acumulación o concentración y drenando la zona a la que sirven. De este modo se mitiga con cierto nivel de seguridad la generación de molestias por inundación y daños materiales y humanos (**Comisión Estatal de Aguas, 2011**).

Volumen de Esguerrimiento

“Debe poder capturar la cantidad de agua que debería producir precipitación” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016, p. 2).

Al implementar un sistema de pavimentación a base de concreto permeable, se debe considerar la cantidad total de precipitación que se debe capturar, y la estructura puede filtrar toda la escorrentía en poco tiempo.

Control de Inundaciones

“El sistema de alcantarillado debe proteger las vías de comunicación de los residentes de las inundaciones. El sistema de alcantarillado debe tener suficiente espacio para vaciar el agua provocada por la precipitación estimada determinada.” (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016, p. 2)

Uno de los mayores beneficios que se intenta obtener de los pavimentos permeables es, sin duda, un mejor control del agua de lluvia, evitando así por completo las inundaciones en varias calles.

ANÁLISIS HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO}

Estudios hidrológicos. -

La hidrología es una ciencia que estudia y estudia las características del agua en la atmósfera y en la corteza y su distribución temporal y espacial. Esto incluye lluvia, mareas, humedad del suelo y evapotranspiración. Para pavimentos permeables, la investigación hidrológica es esencial para determinar con precisión las dimensiones del pavimento permeable y el diseño correcto

del hormigón permeable, en particular determinando la capacidad de almacenamiento del pavimento permeable y el contenido de los vacíos de diseño. La información hidrológica utilizada para el hormigón destructivo es proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Los datos característicos coinciden con los de la estación meteorológica de UNASAM en Huaraz, y como representante se está ejecutando el proyecto de concreto permeable que se utilizará en la acera de Huaraz.

Precipitación

Desde la perspectiva de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la principal fuente de agua en la superficie de la tierra, y sus resultados de medición son el punto de partida para la mayoría de las investigaciones sobre utilización y gestión del agua.

La precipitación se mide en función de la altura del nivel del agua subterránea, generalmente en milímetros. El medidor se basa en la intemperie expuesta al recipiente cilíndrico con su abertura superior, en el que se obtiene el producto acuoso precipitado y se registra su altura. Según el registro de precipitación, el equipo de medición se divide en lluvia intensa (normalmente se lee una vez cada 24 horas) y lluvia intensa (la lluvia intensa registra la lluvia a lo largo del tiempo para determinar la intensidad de la precipitación).

Periodo de retorno. -

La duración media de un año cuando el valor máximo de un caudal de inundación determinado es igual o mayor que una vez al año "T" se denomina período de retorno "T". Suponiendo que los eventos anuales son independientes, se puede calcular la probabilidad de falla en "n" años de vida útil.

De acuerdo con **Zahed e Marcellini (1995)**, Para seleccionar el tiempo de retorno de la tormenta para el proyecto SUDS, se debe considerar en función de la naturaleza del proyecto y la lluvia en el área de interés. La determinación del tiempo de retorno de lluvia del proyecto implica la selección de riesgos aceptables para la obra planificada y también está asociada a costos, ya que una alta seguridad requiere altos costos.

Vente Chow y Máximo Villon B. Teniendo en cuenta los criterios generales para la selección del período de retorno de la estructura de control de conservación de agua, considerando que la ruta de tránsito ligero y el alcantarillado de la estructura de drenaje urbano necesitan de 5 a 10 años y de 2 a 10 años, respectivamente.

Según el Código Nacional de Construcción, el período de amortización de los sistemas de drenaje de agua de lluvia en las ciudades pequeñas debe ser de 2 a 10 años.

Esta norma proporciona dos períodos de recuperación para seleccionar la lluvia de diseño (MINVU, 1996):

- T = 10 años. Si hay un sistema de alcantarillado subdesarrollado.
- T = 10 años. Si no hay un sistema de alcantarillado completo.

De hecho, el tiempo de recuperación del proyecto de estructura de penetración total suele fijarse en 10 años (CIRIA, 1996). Por lo tanto, para determinar la intensidad del evento del proyecto, se recuperó un período de 10 años.

Análisis de la precipitación máxima en 24 horas

No es posible diseñar concreto permeable basado en el valor de precipitación anterior más alto actual (dentro de las 24 horas). En su lugar, elija un evento principal que se repita regularmente, llamado período de recuperación. Esto asegura que el sistema se omita de vez en cuando durante la vida útil del sistema. La intensidad y duración de las lluvias se incrementan durante el período de retorno, estos aspectos se completan y permiten hacer la mejor selección de las lluvias diseñadas para incrementar la capacidad de almacenamiento. (Interpave, 2008).

Se ha realizado el análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas,

Tabla1: Datos de Precipitación máxima en 24 Horas 1998-2009

Estación: ANTUNEZ DE MAYOLO				LONG. :77°31'W	DPTO. : ANCASH			PROV. : HUARAZ				
Parametro: Precipitación Maxima en 24 Horas(mm)				ALT. :3079 msnm	DIST. :INDEPENDENCIA							
Año	Ener o	Febrer o	Marzo	Abri l	Mayo	Juni o	Juli o	Agost o	Setiembr e	Octubr e	Noviembr e	Diciembr e
1998	34.6	40.7	24.0	32.2	3.7	0.0	0.0	0.0	8.0	19.1	22.8	14.0
1999	16.6	54.5	18.8	16.6	12.8	4.6	2.1	0.0	7.9	9.8	20.1	25.0
2000	8.9	16.2	19.2	11.0	19.6	1.9	1.8	4.6	S/D	S/D	10.0	25.0
2001	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	18.0	21.5	11.4
2002	S/D	29.2	S/D	20.0	5.8	0.6	0.0	0.0	7.1	13.1	17.0	20.4
2003	19.3	11.8	22.4	17.5	15.3	2.2	1.4	1.6	7.5	8.8	6.8	21.5
2004	37.7	17.8	27.3	14.5	12.4	1.6	8.3	0.0	13.6	15.0	23.6	27.0
2005	35.8	25.2	28.6	8.5	1.2	0.0	0.0	3.8	2.5	14.0	12.4	21.0
2006	18.0	14.4	24.8	20.1	2.5	8.7	1.6	1.5	7.6	8.7	11.1	23.3
2007	20.4	23.6	24.2	32.7	18.3	0.7	6.9	0.9	2.9	15.9	14.1	15.9
2008	18.2	20.0	21.0	20.8	1.6	6.3	9.5	1.4	12.0	17.2	5.3	22.1
2009	26.0	24.4	27.3	18.8	9.5	5.6	0.3	0.9	1.0	17.2	20.6	25.5

Fuente: Senamhi

Utilice la información disponible sobre precipitación máxima entre 1998 y 2009.

Tabla 2: Precipitación máxima en 24 horas valores Máximos Anuales.

N°	Años	Precipitación Max. (mm)
1	1998	40.7
2	1999	54.5
3	2000	25.0
4	2001	21.5
5	2002	29.2
6	2003	22.4
7	2004	37.7
8	2005	35.8
9	2006	24.8
10	2007	32.7
11	2008	22.1
12	2009	27.3

Fuente: Autor

Para el período de regresión de 10 años, según los ajustes del trabajo "Estudio definitivo para la construcción de pistas", según nuestra estimación, como se muestra en la Tabla 3, la precipitación máxima en 24 horas se estima en 38,95 mm.

Tabla 3: Precipitación Máxima en 24 Horas para Periodos de Retorno T

Periodo Retorno T (años)	Valor Calculado Precipt. Max. (mm)
200	54.70
100	51.30
50	47.19
25	44.95
10	38.95
5	34.67
3	31.67
2	28.57

Fuente: Loza 2014

Intensidad:

En milímetros por hora. Su valor variará durante las tormentas. Dado que no hay registro de precipitación para obtener la intensidad máxima, se calculará de acuerdo con el modelo de Dick y Peschke con base en los datos de precipitación máxima en 24 horas, la expresión es la siguiente :

$$P_d = P_{24h} \cdot \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

En donde:

- Pd** : Precipitación Total (mm.).
- P24h** : Precipitación Máxima en 24 Horas (mm.).
- d** : Duración (min.).

La intensidad se halla dividiendo la precipitación Pd entre la duración:

$$I = \left(\frac{P_d}{d} \right)$$

En donde:

- I** : Intensidad (mm/h.).
Pd : Precipitación Total (mm.).
D : Duración (h).

Duración:

La duración es en minutos u horas. Es el tiempo entre el comienzo y el final de la tormenta. El período de duración es la duración de la tormenta. Se seleccionó un período de tiempo diferente. Por ejemplo: 15, 30, 60, 120, 180 y 240 minutos. Como veremos, nuestro objetivo es la máxima intensidad de estos tiempos duraderos.

Tabla 4: Intensidades Máximas (mm/h).

Años	P. Max. 124h	Periodo de duración en minutos											
		15		30		60		120		180		240	
		Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)
1998	40.7	13.00	52.01	15.46	30.93	18.39	18.39	21.87	10.93	24.20	8.07	26.00	6.50
1999	54.5	17.41	69.64	20.71	41.41	24.62	24.62	29.28	14.64	32.41	10.80	34.82	8.71
2000	25.0	7.99	31.95	9.50	19.00	11.30	11.30	13.43	6.72	14.87	4.96	15.97	3.99
2001	21.5	6.87	27.47	8.17	16.34	9.71	9.71	11.55	5.78	12.78	4.26	13.74	3.43
2002	29.2	9.33	37.31	11.09	22.19	13.19	13.19	15.69	7.84	17.36	5.79	18.66	4.66
2003	22.4	7.16	28.62	8.51	17.02	10.12	10.12	12.04	6.02	13.32	4.44	14.31	3.58
2004	37.7	12.04	48.18	14.32	28.65	17.03	17.03	20.26	10.13	22.42	7.47	24.09	6.02
2005	35.8	11.44	45.75	13.60	27.20	16.17	16.17	19.23	9.62	21.29	7.10	22.87	5.72
2006	24.8	7.92	31.69	9.42	18.84	11.20	11.20	13.32	6.66	14.75	4.92	15.85	3.96
2007	32.7	10.45	41.79	12.42	24.85	14.77	14.77	17.57	8.78	19.44	6.48	20.89	5.22
2008	22.1	7.06	28.24	8.40	16.79	9.98	9.98	11.87	5.94	13.14	4.38	14.12	3.53
2009	27.3	8.72	34.89	10.37	20.74	12.33	12.33	14.67	7.33	16.23	5.41	17.44	4.36

Fuente: Autor.

Tabla 5: Intensidades Máxima de lluvia de diseño (mm/h)

Valor calculado de P. Max. 24h	Periodo de duración en minutos											
	15 min.		30 min.		60 min.		120 min.		180 min.		240 min.	
	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)	Pd (mm)	I (mm)
38.95	12.44	49.77	14.80	29.60	17.60	17.60	20.93	10.46	23.16	7.72	24.89	6.22

Fuente: Autor.

Frecuencia:

El número de eventos extremos repetidos a lo largo del tiempo, es decir, el intervalo de repetición promedio entre eventos excede un cierto tamaño. Normalmente se calcula utilizando la fórmula de Weibull:

$$F = \left(\frac{m}{n+1} \right)^m \quad T = \left(\frac{n+1}{m} \right)^{\frac{1}{m}}$$

En donde:

- F** : Frecuencia de ocurrencia.
- N** : Número total de años de observación.
- M** : Posición de la variable o número de orden.
- T** : Periodo de retorno.

Pavimentos.

Son estructuras compuestas por capas y apoyadas en un terreno, listas para soportarlas durante el proyecto y durante su uso extensivo. También adecuado para estacionamientos, aceras o aceras, aceras y carriles bici (RNE, 2016, p. 93).

VÍAS URBANAS, LOCALES Y PAVIMENTOS ESPECIALES

Vías Urbanas:

Para RNE (2016), El espacio se utiliza para el traslado de vehículos y / o personas dentro de los límites de la ciudad, según su función: vías expresas, arteriales, colectoras y local.” (p. 94).

Vías Locales:

Para RNE (2016), son “Quienes ingresan y se mueven directamente a áreas residenciales, comerciales e industriales” (p. 95).

Pavimentos Especiales:

Para RNE (2016), son “considerados las aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías” (p. 95).

Pavimento Permeable

Esta clase de Pavimentos están considerados dentro de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), estos pavimentos son totalmente permeables y filtran la escorrentía superficial a través de sus poros. La capa superior se ofrece como una solución adecuada a aplicaciones en aparcamientos, parques y jardines, calles peatonales y zonas residenciales. (Rodríguez, 2014, p. 3).

Algunas de las áreas donde se puede utilizar un pavimento permeable son: Acceso vehicular, campos deportivos, estacionamientos, accesos peatonales y ciclo vías. Así, podemos definir una estructura de carretera pavimentada permeable, cuyas secciones están compuestas por varias capas de materiales de construcción, que permiten que el agua pase de la superficie al suelo natural o subterráneo, y en conjunto proporcionan una capacidad de carga adecuada. Soportan ciertos caudales (generalmente cargas ligeras).

Módulos de Rotura para utilizar el Concreto Permeable como Capa de Rodadura

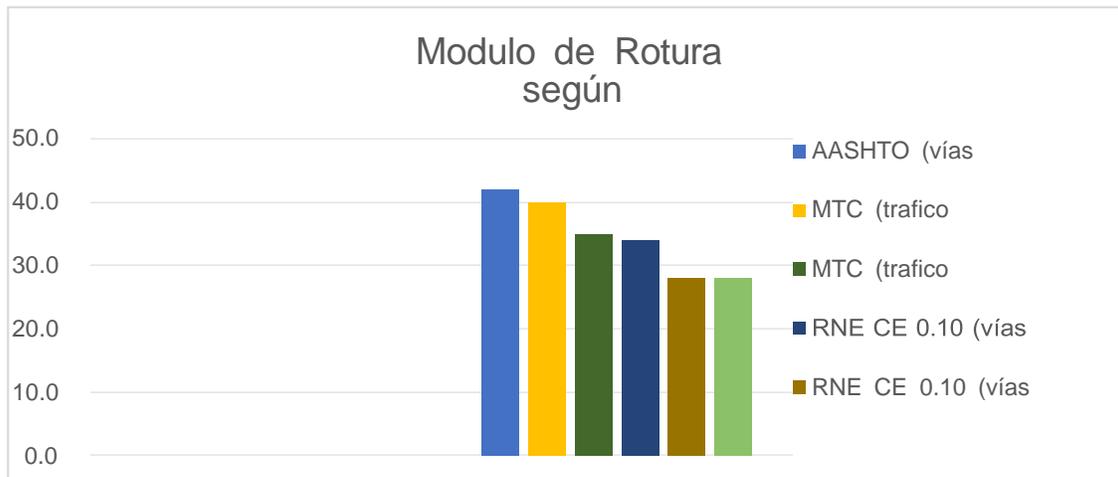


Figura 5 ; Módulos de Rotura estandarizados por Normas para que el Concreto sea utilizado como Capa de Rodadura

Secciones Típicas de un Pavimento Permeable

La estructura interna de un Pavimento Permeable es muy diferente a la de un pavimento convencional, puesto que el agua filtrara a través de toda su estructura. Para garantizar que el Pavimento Permeable sea funcional estructuralmente e hidráulicamente, se debe tener en cuenta las capas por las que estará conformado la estructura.

Un Pavimento Permeable puede presentar las siguientes secciones típicas:

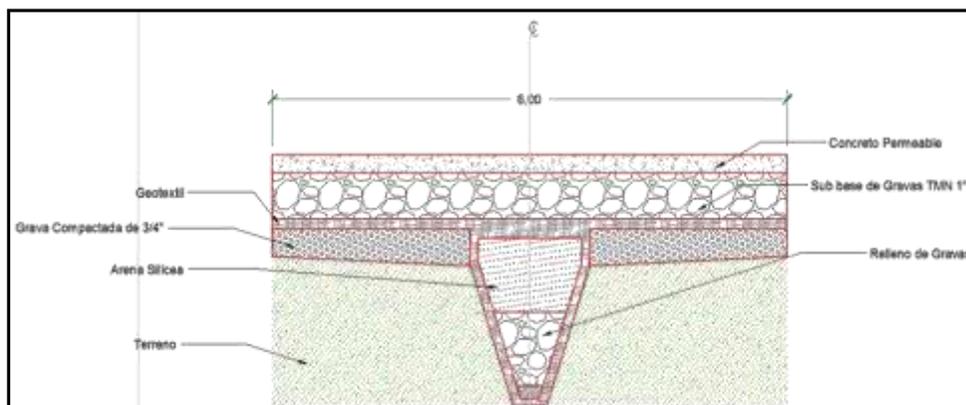


Figura 6: *Pavimento Permeable con Dren Francés Subterráneo*

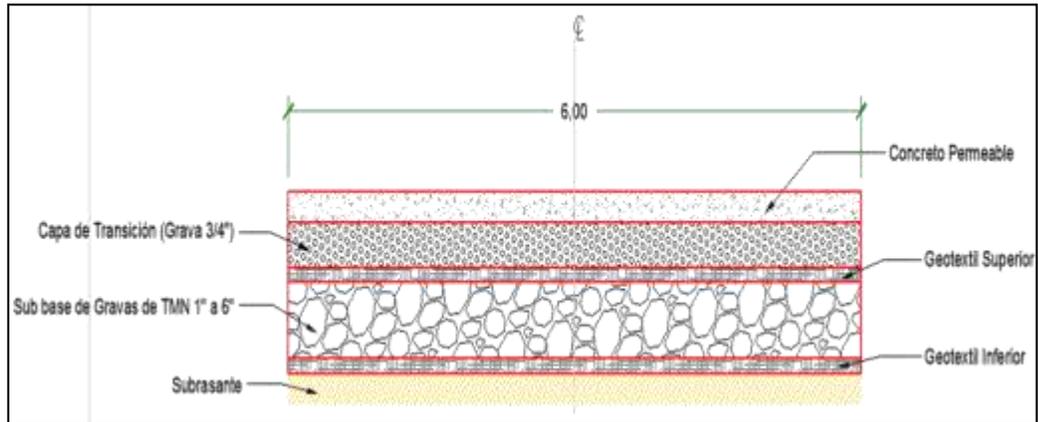


Figura 7 : Pavimento Permeable de Infiltración Total

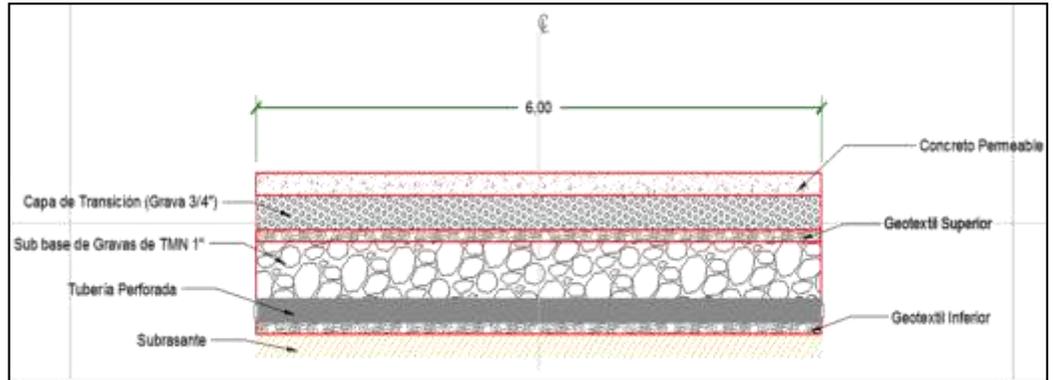


Figura 8 : Pavimento Permeable de Infiltración Parcial

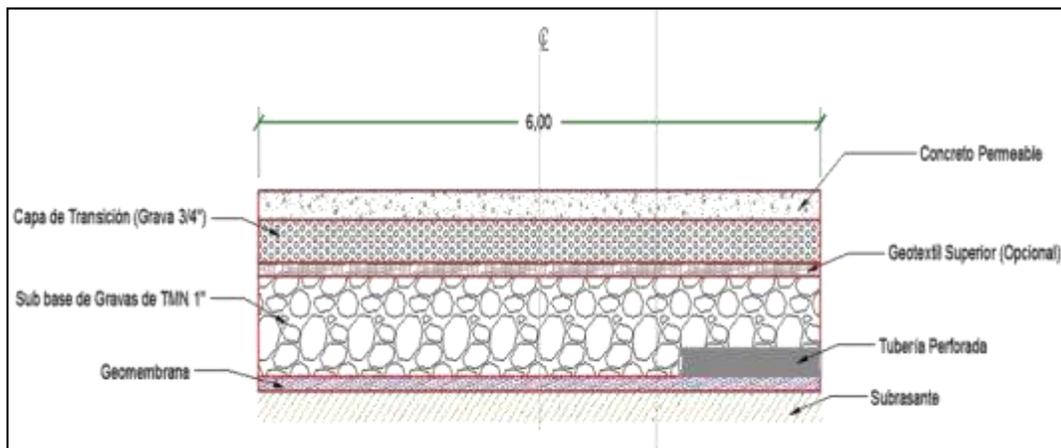


Figura 9 : Pavimento Permeable de Infiltración Total

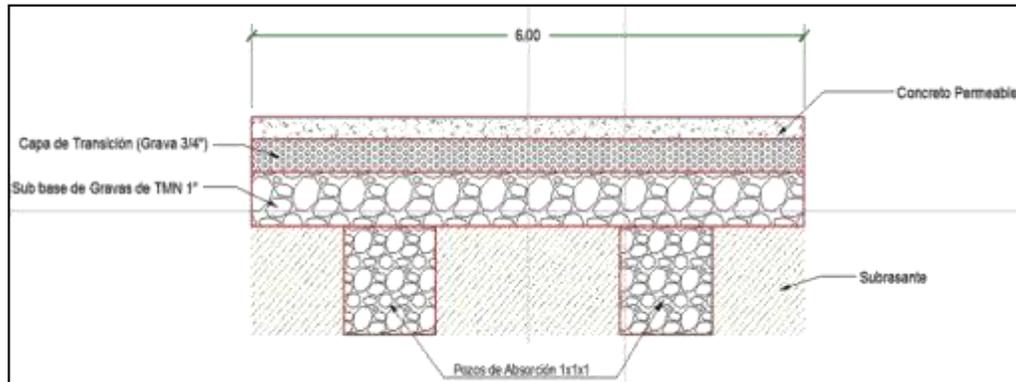


Figura 10 : *Pavimento Permeable con Pozo de Absorción*

Las Figuras 6,7,8,9 y 10 nos muestran las distintas secciones típicas, o como estarías conformados los Pavimentos Permeables. En todos los casos se puede observar que es necesario utilizar Sub base de Gravas que por lo general deben presentar un TMN de 1”, y se debe hacer uso de geotextiles y geomembranas para proteger la estructura de la filtración de aguas pluviales.

Ventajas y Desventajas

Además de las diversas aplicaciones mencionadas, el uso de concreto permeable en suelos y pavimentos tiene grandes ventajas, no solo económica y estructuralmente, sino también ecológicamente. Por ejemplo:

Ventajas

- En virtud de su función de permeabilidad, no perturba el ciclo hidrológico del agua de la ciudad, sino que filtra el agua de lluvia en la cuenca.
- Puede controlar la contaminación del agua de lluvia y evitar que fluya hacia el sistema de drenaje y se mezcle con el agua.
- Filtra los contaminantes que pueden contaminar las aguas subterráneas y dañar los ecosistemas. -Control de aguas pluviales.
- Al ser un material con una porosidad del 15% al 35%, no produce islas de calor como el asfalto y el hormigón hidráulico.

- Evita las inundaciones y la saturación durante la temporada de lluvias.
- Debido a que es un material poroso, se vaciará y evaporará automáticamente. -Reducir el gradiente térmico (mínima reflexión de luz).
- Mejorar la calidad de los servicios a vehículos y peatones que se brindan a los usuarios en días de lluvia.
- □ Su peso volumétrico es del 20% al 25% menor que el del concreto convencional. El índice de fisura del concreto permeable es un 25% menor que el del concreto convencional, lo que se debe al bajo índice de contracción provocado por el índice de huecos.

Desventajas.

Hay muchas desventajas de usar concreto permeable en pisos y pavimentos, como:

- Con el tiempo, su permeabilidad disminuirá porque el espacio vacío se saturará de materiales finos (materiales contaminantes). Por lo tanto, es necesario mantenerlo en base al prensado.

En comparación con el concreto tradicional, tiene menor resistencia a la abrasión, por lo que solo debe utilizarse en zonas de poco tráfico.

En aras de que un pavimento permeable funcione exitosamente el comité ACI 522R-06, recomienda:

- Verificar la permeabilidad de los suelos, la tasa de filtración debe ser mínimamente de 13mm/hr. con una capa de suelo de 1.2 m a más. Facilitando así la infiltración del agua y la recarga de las aguas freáticas, aunque no filtran toda el agua pluvial de las tormentas excepcionalmente grandes.
- Evitar el escurrimiento de agua y el ingreso de maquinaria pesada en las áreas de concreto permeable. El pavimento de concreto permeable no debe ser puesto en servicio hasta que toda la tierra removida con pendiente hacia el pavimento permeable sea estabilizada por vegetación.

- Durante la fase de construcción, el vehículo debe ser conducido fuera del área permeable de la carretera para evitar asentar la capa de suelo subyacente y reducir la capacidad de filtrado.
- El mantenimiento debe realizarse en forma periódica.

Aplicaciones:

Debido a su propiedad de infiltración y buen control de las aguas pluviales, el concreto permeable ha sido usado en una amplia variedad de aplicaciones, la más resaltante es su uso en pavimentos. El concreto permeable es utilizado principalmente para pavimentar superficies de uso vehicular y peatonal y donde se requiera tener áreas permeables permitiendo así que el agua de lluvia infiltre libremente al subsuelo, como resultado obtenemos la reducción o eliminación de escurrimiento superficial proveniente de las aguas pluviales. Entre la amplia gama de aplicaciones para el concreto permeable se tienen:

- Vialidades de tráfico ligero.
- Áreas de estacionamiento de supermercados.
- Andadores, banquetas y ciclo vías.
- Patios y jardines.
- Capas rígidas de drenaje bajo áreas exteriores.
- calles urbanas, carreteras municipales, caminos particulares y aeropuertos.
- Zonas de lavado de autos.
- Lechos de sedimentos en plantas para el tratamiento de aguas negras.
- Estructuras de playas y muros marinos (escolleras, rompeolas, etc.).
- Terraplenes de puentes.
- Capas de superficie de losas deportivas.

CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

La Operacionalización de las variables se divide en variable dependiente e independiente, graficadas de la siguiente manera:

Table 6: Matriz de consistencia

DEFINICION	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADOR	FACTOR A MEDIR
¿Cómo incide la incorporación de agregado fino (arena) en las propiedades del concreto permeable $f'c$ 175 kg/cm ² diseñado para pavimentos en la ciudad de Huaraz.	La incorporación de de agregado fino (arena) en las propiedades del concreto permeable $f'c$ 175 kg/cm ² diseñado para pavimentos en la ciudad de Huaraz	DEPENDIENTE Propiedades del concreto permeable $f'c$ 175 kg/cm ² diseñado para pavimentos en la ciudad de Huaraz.	Propiedades del concreto permeable y concreto permeable con adición de arena.	Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días, contenido de vacíos del concreto permeable y coeficiente de permeabilidad.
		INDEPENDIENTE Dosificación de los materiales con incorporación de agregado fino (Arena).	Dosificación del agregado fino (Arena).	% de agregado fino (Arena) (10%, 20% y 30%) respecto al peso de los materiales

Fuente: Autor.

HIPÓTESIS.

Al añadir el agregado fino en 10%, 20% y 30% mejoraría la resistencia a la compresión y mantener la permeabilidad de concreto permeable $f'c=175$ kg/cm² en comparación de un concreto convencional.

OBJETIVO.

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto permeable $f'c=175$ kg/cm² cuando se añade en porcentajes de 10%, 20% y 30% el agregado fino (arena).

OBJETIVO ESPECIFICO

- ✓ Analizar las características físicas y mecánicas del agregado grueso y del agregado fino (arena).
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto patrón y experimental, comparar y analizar resultados.
- ✓ Determinar la permeabilidad a los 28 días de las probetas de concreto patrón y experimental, comparar y analizar resultados.

II.METODOLOGÍA

Tipo de diseño de Investigación

Tipo de investigación:

Esta investigación es del siguiente tipo: CORRELACIONAL, cuyo objetivo es correlacionar y restringir las propiedades del concreto permeable (resistencia a la compresión, porosidad y permeabilidad) mediante la inclusión de los 10%, 20% y 30% de áridos finos. En tu dibujo.

✓ **Nivel de Investigación:**

El nivel de esta investigación es EXPLICATIVO, ya que se estudian las causas que originan la variación de resultados al manipular la variable independiente. “La investigación Explicativa pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian”. (Hernandez, 2006).

✓ **Diseño de Investigación**

Este es un proyecto experimental porque es un proceso de comparación de proyectos de concreto tradicionales con proyectos de concreto desarrollados recientemente, en este proceso se agregan agregados finos a agregados gruesos. El estudio en su mayor parte se concentraron las pruebas realizadas en el Laboratorio de mecánica de Suelos de la universidad de San Pedro, donde el investigador estará en contacto con los ensayos en el laboratorio donde se realizó y se obtuvieron los resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo el tratamiento del diseño de esta investigación, que hace en mención en la siguiente tabla N° 7:

Tabla 7: *Tratamientos de investigación para resistencia a la compresión*

<i>DÍAS DE CURADO</i>	<i>RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO F'c=175 KG/CM2 AÑADIENDO 10%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO</i>			
	<i>Patrón</i>	<i>10%</i>	<i>20%</i>	<i>30%</i>
<i>7 DIAS</i>				
				
				
<i>14 DIAS</i>				
				
				
<i>28 DIAS</i>				
				
				

Fuente: Autor.

Tabla 8: Tratamientos de investigación - permeabilidad

<i>DÍAS DE CURADO</i>	<i>RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO F'c=175 KG/CM2 AÑADIENDO 10%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO</i>			
	<i>Patrón</i>	<i>10%</i>	<i>20%</i>	<i>30%</i>
<i>28</i>				
				
				

Fuente: Autor.

✓ **Método de investigación:**

El método de investigación es CUANTITATIVO, puesto que el medio de prueba de hipótesis se basa en mediciones numéricas y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento.

Población y muestra

✓ **Población. -**

La población de estudio son las probetas de concreto permeable, según el estándar de construcción establecido en la Norma ACI 522. Elaborado con grava de ½” más la incorporación del agregado fino (arena) que serán recopiladas de la cantera de del distrito de Tarica, Huaraz - Ancash.

✓ **Muestra**

Para la resistencia a la compresión se trabajará con 36 especímenes de concreto permeable, de las cuales 9 especímenes serán de diseño denominada patrón, y 27 serán de diseño modificado con adición de agregado fino en 10%, 20% y 30%, Para la permeabilidad se trabajará con 12 probetas de concreto permeable, de las cuales 3 probetas serán de diseño patrón, y 9 serán de diseño modificado con adición de 10%, 20% y 30% de agregado fino (arena).

✓ **Técnica e instrumento de investigación.**

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen que nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los ensayos.

Técnicas de Recolección de Información	INSTRUMENTO
OBSERVACIÓN	✓ Guía de observación resumen. ✓ Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar. ✓ Ver anexo.

procesamiento y análisis de la información

propiedades del agregado

Estudio y ubicación de la cantera de los agregados:

Los aditivos utilizados en esta obra fueron extraídos de la cantera Tarica-Pariahanca Huaraz, la cual fue elegida porque estos aditivos pueden ser utilizados en ingeniería civil en la ciudad de Huaraz porque son de fácil acceso. , Cercano, principalmente por su buena calidad etc. Impacto en el mercado y sus aplicaciones. Son de origen sedimentario, donde la acción erosiva de las aguas del río Santa, la fuerza hidráulica y el acarreo de esto, nos proporcionan un agregado de forma redondeada, denominados cantos rodados.

Cantera Taricá, Pariahuanca - Huaraz.

Ubicación : Margen Derecho del rio Santa.
Acceso : Desvió a carretera Tarica - Pariahuanca.
Propietario : Municipalidad Distrital de Taricá.
Materia : Arena y grava de río.
Profundidad : 3.00 m.
Área Aproximada : 16580 m².
Potencia Bruta : (Área aproximada x profundidad) 49740 m³.

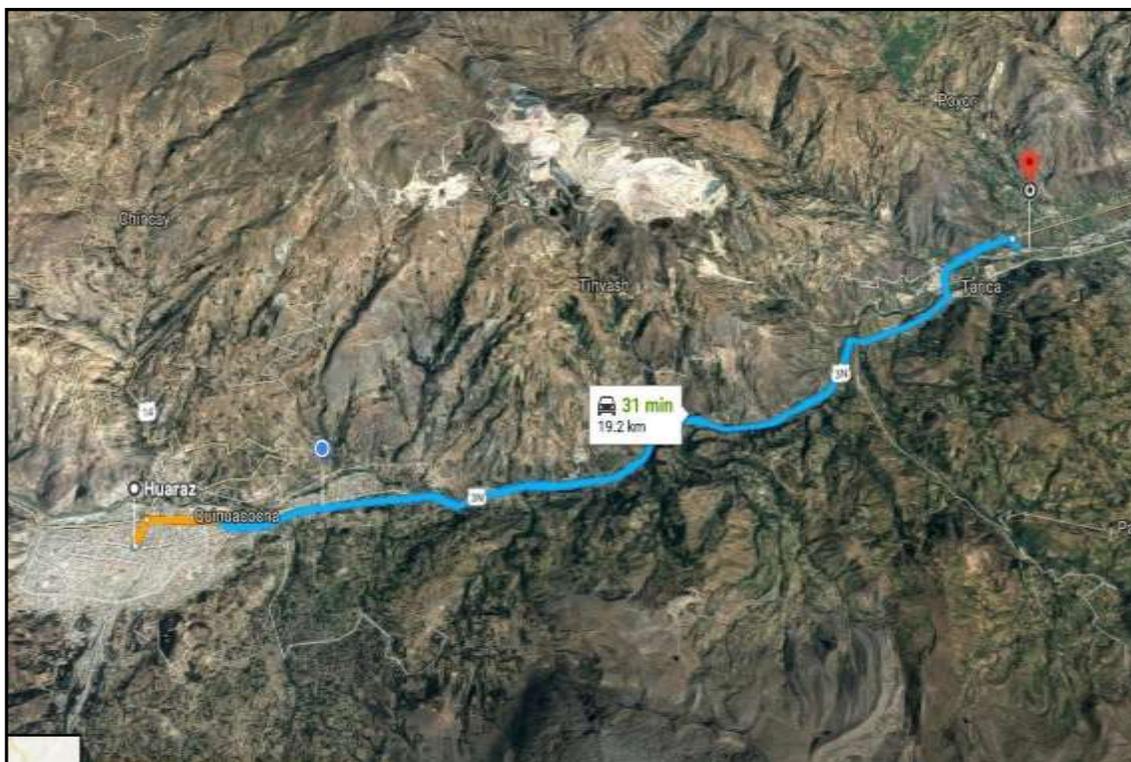


Figura 11 : Ubicación de Cantera de los Agregados, (A) Ciudad de Huaraz, (B) Cantera Taricá.

Fuente: Autor

Ensayos realizados de los agregados

Las pruebas que se enumeran a continuación se realizan sobre la base del "Manual de ensayo de materiales" (MTC EM 2000). Estas pruebas se realizan para agregados gruesos y finos, pero existen diferencias en el manual.

I.- Contenido de humedad

Tabla 9: Contenido de humedad del agregado grueso.

Agregado grueso		
Recipientes	20	29
<i>Peso de recipiente + Muestra Húmeda (gr.)</i>	1410.50	1350.00
<i>Peso de recipiente + Muestra Seca (gr.)</i>	1401.50	1338.00
<i>Peso de recipiente</i>	165.50	169.60
<i>Peso del agua</i>	9.00	12.00
<i>Peso de muestra seca</i>	1236.00	1168.40
<i>Contenido de Humedad W%</i>	0.73	1.03
<i>Humedad promedio</i>	0.88	

Fuente: Elaboración del Autor.

Tabla 10: contenido de humedad del agregado grueso

Agregado fino		
Recipientes	6	45
<i>Peso de recipiente + Muestra Húmeda (gr.)</i>	1026.30	1000.70
<i>Peso de recipiente + Muestra Seca (gr.)</i>	991.70	968.60
<i>Peso de recipiente</i>	165.50	169.60
<i>Peso del agua</i>	34.60	32.10
<i>Peso de muestra seca</i>	826.20	799.00
<i>Contenido de Humedad W%</i>	4.19	4.02
<i>Humedad promedio</i>	4.10	

Fuente: Elaboración del autor.

Resultados:

Tabla 11: resultados del contenido de humedad del agregado grueso y fino.

Descripción	Agregado Grueso	Agregado Fino
<i>Contenido de Humedad W%</i>	0.89	4.10

Fuente: Elaboración del autor.

2.- Peso específico y absorción

A continuación, para obtener el estado de saturación seca de la superficie mediante secado manual, es necesario tomar una cierta proporción de muestra S.S.S (aproximadamente 600gr), pesarla y luego introducirla en el recipiente, que se sumerge en agua y se cuelga en un posición adecuada para un equilibrio preciso. Determine su peso de inmersión, luego seque el mismo material en un horno durante 24 horas y determine su peso seco.

2.1 Peso específico y absorción. Agregado fino

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (SSS)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorci(\%)} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Dónde:

A : Peso al aire de la muestra seca al

horno. (gr.) B : Peso de la muestra S.S.S.

(gr.)

C : Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.).

Cálculos:

Tabla 12: Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

N° de Recipientes	25	20	9
1 <i>Peso de la muestra secada al horno (gr.).....(A)</i>	1072.60	794.70	1084.00
2 <i>Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr.)(B)</i>	1083.60	799.20	1093.40
3 <i>Volumen de masa/ Volumen de Vacíos</i>	401.50	292.10	405.50
4 <i>Volumen de masa</i>	390.50	287.60	396.10
5 <i>Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr.)...(C)</i>	682.10	507.10	687.90
<i>Peso específico Aparente</i>	2.67	2.72	2.67
<i>Peso específico Aparente (SSS).</i>	2.70	2.74	2.70
<i>Peso específico Nominal</i>	2.75	2.76	2.74
<i>% Absorción</i>	1.03	0.57	0.87

Fuente: Elaboración del autor.

Resultados:

Los valores obtenidos del ensayo de gravedad específica y absorción de los áridos en la Cantera Taricá son los siguientes:

Tabla 13: Resultado del peso específico y absorción del agregado grueso.

<i>Peso Específico y Absorción - Agregado grueso</i>	
<i>Peso específico Aparente</i>	2.69
<i>Peso específico Aparente</i>	2.71
<i>(SSS). Peso específico</i>	2.75
<i>Nominal</i>	0.82
<i>Absorción (%)</i>	

Fuente: Elaboración del autor.

2.2.- Peso específico y absorción. Agregado fino

Fórmulas utilizadas para el ensayo

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{F}{C - D}$$

$$\text{Peso específico aparent(SSS)} = \frac{A}{C - D}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{F}{E - (A - F)}$$

$$\text{Absorci(\%)} = \frac{A - F}{F} * 100$$

Dónde:

A: peso de la muestra saturada con superficie seca. (en

aire) (gr.). B: Peso del frasco + agua.

C: Peso del frasco + agua + muestra.

D: peso del material +agua en el frasco

E: Volumen de masa + Vol. de vacíos =

(C-D) F: Peso Seco de la muestra en

horno (105°C) G: Vol. Masa = (E-(A-F)).

Cálculos:

Tabla 14: Datos del ensayo de peso específico

N° de Recipientes	35
<i>A</i> <i>Peso Mat. Saturado Superficial Seca (en Aire)</i>	<i>300.00</i>
<i>B</i> <i>Peso de frasco + agua</i>	<i>670.70</i>
<i>C</i> <i>Peso de frasco + agua + material seco (en aire)</i>	<i>970.70</i>
<i>D</i> <i>peso del material +agua en el frasco</i>	<i>857.30</i>
<i>E</i> <i>Volumen de masa + Vol. de vacíos = (C-D)</i>	<i>113.40</i>
<i>F</i> <i>Peso del material seco. En horno(105°C)</i>	<i>296.10</i>
<i>G</i> <i>Vol. Masa = (E-(A-F))</i>	<i>109.50</i>

Fuente: Elaboración del autor.

Resultados:

Tabla 15: Resultado del peso específico y absorción del agregado fino.

Peso Específico y Absorción – Agregado Fino	
	2.61
<i>Peso específico Aparente</i>	2.65
<i>Peso específico Aparente</i>	2.70
<i>(SSS). Peso específico</i>	1.32
<i>Nominal Absorción (%)</i>	

Fuente: Elaboración del autor.

3.- Peso unitario suelto agregado fino

3.1.- Peso Unitario suelto Agregado fino.

Tabla 16: Peso unitario suelto del agregado fino

Agregado fino suelto			
muestra	1	2	3
Peso de material + molde	7950	7965	7975
Peso del molde	3420	3420	3420
Peso del material	4530	4545	4555
Volumen del molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1.63	1.64	1.64
Promedio		1.64	

Fuente: Elaboración del Autor.

Tabla 17: Peso unitario compactado del agregado fino

Agregado fino compactado			
Muestra	1	2	3
Peso de material + molde	8365	8355	8345
Peso del molde	3420	3420	3420
Peso del material	4945	4935	4925
Volumen del molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1.78	1.78	1.77
Promedio		1.78	

Fuente: Elaboración del Autor.

3.2.- Peso Unitario suelto Agregado Grueso

Tabla 18: Peso unitario suelto del agregado grueso.

Agregado grueso suelto			
Muestra	1	2	3
Peso de material + molde	19675	19650	19655
Peso del molde	5220	5220	5220
Peso del material	14455	14430	14435
Volumen del molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1.55	1.54	1.55
Promedio		1.55	

Fuente: Elaboración del Autor.

Tabla 19: Peso unitario suelto del agregado grueso natural

agregado grueso compactado			
Muestra	1	2	3
Peso de material + molde	20430	20465	20440
Peso del molde	5220	5220	5220
Peso del material	15210	15245	15220
Volumen del molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1.63	1.63	1.63
Promedio	1.63		

Fuente: Elaboración del Autor.

Resumen de porcentaje de vacíos - Agregado Fino

Tabla 20: Resumen de porcentaje de vacíos agregado fino suelto y compactado

agregado fino suelto	
Peso específico aparente gr/cm3.....(A)	2.61
Peso unitario suelto gr/cm3.....(B)	1.64
Peso unitario del agua (1gr/cm3).....(W)	1.00
% Vacíos del agregado suelto.....((A*W)-B)*100/A*W)	37.32
agregado fino compactado	
<i>peso específico aparente gr/cm3.....(a)</i>	<i>2.61</i>
<i>Peso unitario compactado gr/cm3(B)</i>	<i>1.78</i>
<i>Peso unitario del agua (1gr/cm3).....(W)</i>	<i>1.00</i>
<i>% Vacíos del agregado compactado.....((A*W)-B)*100/A*W)</i>	<i>31.92</i>

Fuente: Elaboración del Autor.

Resumen de porcentaje de vacíos - Agregado grueso

A continuación, se muestran los valores obtenidos del ensayo de Peso Unitario para agregado grueso natural (Huso 67) y agregado normalizado de la cantera de Tarica.

Tabla 21: Porcentajes de vacío del agregado suelto

agregado grueso suelto	
Peso específico aparente gr/cm ³ (A)	2.69
Peso unitario suelto gr/cm ³(B)	1.55
Peso unitario del agua (1gr/cm ³).....(W)	1.00
% Vacíos del agregado suelto.... $((A*W)-B)*100/A*W$	42.50
agregado grueso compactado	
Peso específico aparente gr/cm ³ (A)	2.69
Peso unitario compactado gr/cm ³(B)	1.63
Peso unitario del agua (1gr/cm ³).....(W)	1.00
% Vacíos del agregado compactado... $((A*W)-B)*100/A*W$	39.37

Fuente: Elaboración del Autor.

Resultado:

Tabla 22: Resumen del ensayo de Peso Unitario y Contenido de vacíos en Agregados Gruesos.

Descripción	Suelto		Compactado	
	Peso Unitario	Porcentaje de Vacíos	Peso Unitario	Porcentaje de Vacíos
Agregado fino	1.64	37.32	1.78	31.92
Agregado grueso	1.55	42.50	1.63	39.37

Fuente: Elaboración autor.

4.- Análisis granulométrico - agregado fino

La prueba actual se basa en EM 2000, MTC E 204-2000; basado en el análisis del tamaño de partículas de agregados gruesos y agregados finos estándar ASTM C136.

Equipo utilizado

- *Balanza con aproximación a 0.1% del peso del material ensayado.*
- *Tamices normalizados (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, base y tapa)*
- *Horno a 105 +/- 5°C*

Cálculos:

Tabla 23: Granulometría del agregado fino.

análisis granulométrico				
MALLA	PESO gr:	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA
2"				100
1 1/2"				100
1"				100
3/4"				100
1/2"				100
3/8"				100
1/4"				100
N°. 04	65.00	3.80	3.80	96.20
8	312.00	18.26	22.06	77.94
16	360.00	21.07	43.13	56.87
30	312.50	18.29	61.42	38.58
50	235.80	13.80	75.23	24.77
100	164.30	9.62	84.84	15.16
200	59.00	3.45	88.29	11.71
Palto	200.00	11.71	100.00	0.00
	1708.60	100.00		

Módulo de fineza. 2.90

Diseño de mezclas del concreto permeable

Una vez conocidas las propiedades relevantes de cada tipo de componentes del concreto, es necesario combinarlas en proporciones adecuadas para cumplir con las especificaciones requeridas (resistencia a la compresión y permeabilidad) y tener un desempeño efectivo en estas condiciones. Estarán expuestos a ello.

El diseño de mezclas de concreto permeable es similar al diseño de mezclas del concreto convencional por el método ACI, ambos utilizan tablas de experiencia obtenidas en experimentos, pero son completamente diferentes en cuanto al alcance de los dos proyectos..

Tabla 24: Diferencias entre Diseño ACI de concreto convencional y el Diseño del Concreto Permeable.

DISEÑO ACI CONVENCIONAL (Método: Modulo de Fineza)		DISEÑO CONCRETO PERMEABLE ACI 211.3R-02 / ACI 522R-10	
Datos Iniciales	Resistencia requerida		
	Slump - Revenimiento	Filtración del concreto permeable	
	Con o sin aire incorporado tamaño máximo nominal	(Intensidad de lluvia de diseño)	
Datos Externos (Tablas)	Agua	Verificación la resistencia a la compresión	
	Relación A/C	Tipo de compactación	
	Volumen de agregado grueso	Elección de la relación A / C	
Datos Obtenidos		Volumen de vacíos	
	Cantidad de agregado fino	Volumen de pasta	
		Porcentaje de agregado	
Diseño Final			
	Diseño por volúmenes absolutos y corrección por humedad	Diseño por volúmenes absoluto y corrección por humedad, absorción y aporte.	

Fuente: Elaboración del autor.

Diseño de mezcla de concreto permeable - (Agregado Grueso 1/2”).

Normatividad:

- ACI 211.3R-02 "Guía para la Selección de Proporciones para Concretos de Cero Slump"
- ACI 522R-10 "Reporte en Concreto Permeable"

Datos iniciales:

Agregado : Cantera Taricá, Pariahuanca - Huaraz.

Tabla 25: Propiedades y características de la cantera

Propiedad		Agregado grueso	Agregado fino	Und.
Tamaño máximo nominal	TMN	1/2"	Nº 04	----
Peso específico masa	Pe	2.71	2.65	kg/m ³
Peso específico SSS	Pe(SSS)	2.69	2.61	gr/m ³
Peso unitario suelto	Pus	1.55	1.63	kg/m ³
Peso unitario Peso compactado	Puc	1.63	1.78	kg/m ³
Absorción	a%	0.82	1.32	%
Contenido de Humedad	C.H.%	0.89	4.10	%

Fuente: Elaboración del autor.

Cemento : Sol Portland Tipo I.

Agua : Agua potable – Laboratorio de la Universidad San Pedro.

Propiedad		Valor	Und.
Peso específico de cemento	P.ec	3.15	gr/cm ³
Peso específico del agua	P.ew	1.00	gr/cm ³

Criterios de Diseño:

- Agregado grueso ½”.
 - Nivel de Compactación del Concreto Permeable: Ligeramente Compactado.
- (**) (**) Se considera un ligero compactado, debido a que este nivel de compactación permite tener un mayor contenido de pasta en la mezcla.

Datos Externos:

Paso 1: Elección de la filtración que el concreto permeable requiere.

Recopilar información sobre precipitación hidrológica de pavimentos permeables en la ciudad de Huaraz. Para un período de retorno de 10 años y una duración de 60 minutos, la intensidad de lluvia estimada es de 17,60 mm / h, teniendo en cuenta que el concreto permeable esperado puede filtrar la lluvia. Defina la intensidad máxima y, en función del comportamiento de la carretera antes del bloqueo (10), la intensidad de lluvia de diseño es de 176,0 mm / h..

Filtración requerida: 176.00 mm/h.

Paso 2: Obtención del porcentaje de vacíos.

El gráfico muestra la relación entre la filtración requerida para el concreto permeable y su porosidad de diseño.

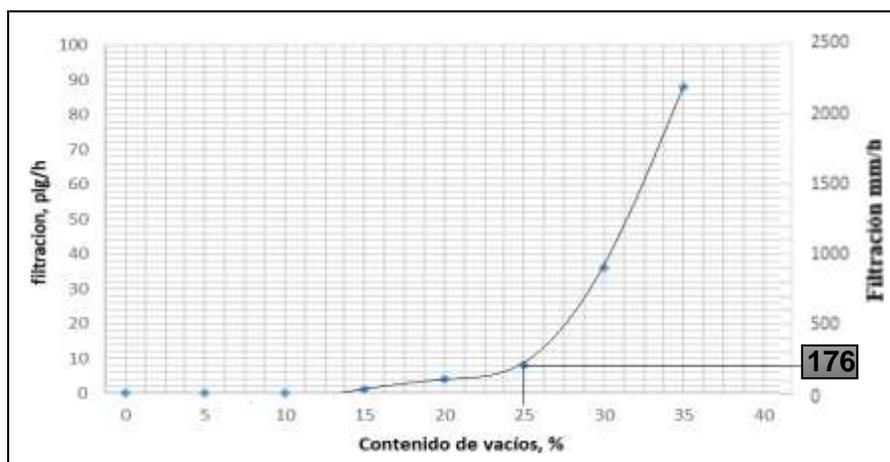


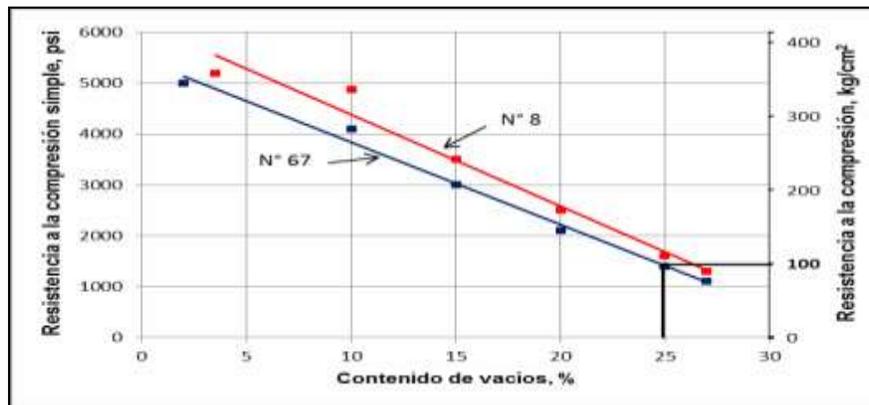
Figura 12 : lContenido lde lvacíos lentre lla lfiltración
Fuente: l(Adaptado lde: lACI l522R-10, l2010).

En base a los datos con la capacidad de filtración requerida de 176,00 mm / h, se obtiene un porcentaje de vacíos de aproximadamente el 25%. Además, considerando que el tamaño de agregado grueso que se utilizará es 1/2 pulgada, es relativamente mayor que el tamaño de agregado grueso estándar recomendado por las normas ACI 522R-10 y ACI 211.3R-02. Se considera:

% de vacíos de Diseño : 25 %

Paso 3: Verificación de la resistencia a la compresión de diseño.

Después de determinar el porcentaje de vacíos, se puede asumir la fuerza de compresión basándose en la curva de la figura. En esta figura, podemos ver los valores de resistencia a la compresión del núcleo de concreto percibido hecho de dos tamaños de patrón de agregado grueso a los 28 días: No 08 y No 67.



*Figura 13 : Contenido de vacíos vs Resistencia a la compresión.
Fuente: (Adaptado de: ACI 522R-10, 2010).*

Según la imagen anterior, para un vacío del 25%, obtenemos una resistencia a la compresión de referencia de 100 kg / cm², pero este valor es un valor de referencia porque los grados considerados en la imagen son los mismos que los obtenidos de la cantera Tarica Quarry-Huaraz.

F'c referencial: 100 kg/cm².

Paso 4: Elección de la relación agua-cemento a/c.

En el concreto permeable, el valor a / c recomendado se encuentra entre 0.35 y 0.50 (ACI 522R-10 y ACI 211.3R-02), lo que asegura que la pasta cubra completamente todos los agregados que la conectan. No dañan la formación de poros y por tanto no penetran.

Nota:

Valores altos de a/c: Pueden provocar el colapso del sistema poroso, que es el más importante de este tipo de concreto porque dejan pasar el agua.

Valores bajos de a/c: producen ligadura deficiente entre los áridos.

La variable a / c se establece en 0.50. Se eligió este valor porque intenta evitar problemas causados por una humedad insuficiente o excesiva en la masa. Además, considere los resultados del estudio de la relación agua / agua a / c en concreto permeable.

a/c de diseño : 0.50

Paso5: Cálculo de agua (Volumen de pasta= Volumen de Cemento + Volumen de Agua).

Según el grado de compactación aplicado y el porcentaje de vacíos , podemos obtener el porcentaje de vacías por volumen (imagen), la cual es:

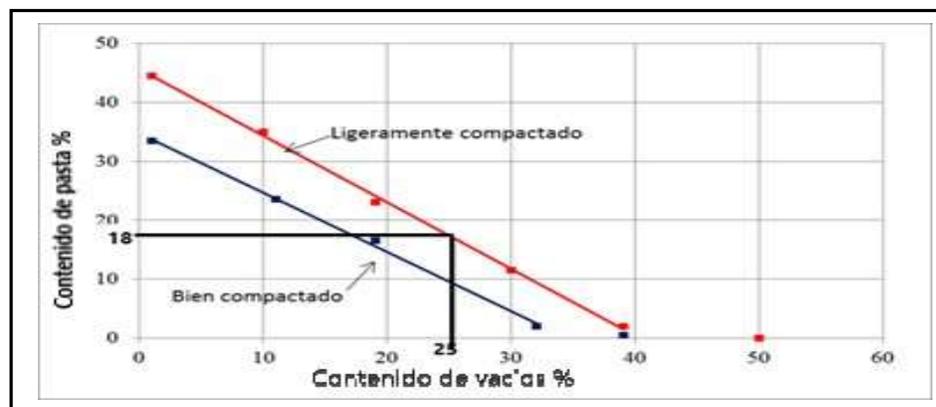


Figura 14: Contenido de pasta vs contenido de vacíos

Nota:

En la figura, desde el punto de vista del contenido del hormigón hueco proyectado y del grado de compactación (leve), se puede obtener el porcentaje de lechada calculado por volumen.

- Nivel de compactación:

El nivel de compactación se considera Luma porque nos permite obtener un mayor valor porcentual de masa (como se muestra en la Figura 8.27). El mayor volumen de masa asegura que los aglomerados más grandes tengan el mejor recubrimiento (como el eje n. ° 67).

% de Pasta: 18%.

<p>Partiendo de la siguiente expresión:</p> $Vp = Vc + Va$ <p>Donde:</p> <p>Vp: Volumen de pasta.</p> <p>Vc : Volumen de cemento. Va :</p> <p>Volumen de agua.</p> <p>La ecuación puede ser expresada como:</p> $Vp = \frac{C}{P. E. c} + \frac{a}{P. E. a}$ <p>Donde:</p> <p>C : Peso del cemento por m3 de mezcla. a : Peso del agua por m3 de mezcla.</p> <p>P.E.c : Peso específico del cemento.</p> <p>P.E.a : Peso específico del agua.</p>	<p>Considerando que el peso específico del cemento y agua son 3.15 gr/cm3 y 1.00 gr/cm3 respectivamente, se tiene:</p> $Vp = \frac{C}{3.15 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$ <p>Y con la relación a/c, obtenemos:</p> $0.18 = \frac{C}{3.15 * 1000} + \frac{0.50 * c}{1.00 * 1000}$ <p>Donde:</p> <p>C: 220.19 Kg.</p> $Vp = Vc + Va$ $0.180 = 0.0699 + Va$ $Va = 0.1101$ <p>a: 110.10 Kg.= 110.10 Lt.</p>
---	--

Paso 6: Cálculo de los Volúmenes Absolutos:

Determinación de la cantidad de materiales:

Tabla 26: Cálculo del volumen de materiales (m3)

Descripción	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m3)	Volumen (m3)
Agua	110.10	1000	0.110
Cemento	220.19	3150	0.070
Vacíos (%)			0.250
		Parcial	0.430
		Agregado Grueso	0.570
		Total	1.000

Descripción	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	220.19	3150	0.070
Agregado Grueso Corregido	1544.70	2710	0.570
Agua	110.10	1000	0.110
Vacíos		25%	0.250
		Total	1.000

Fuente: Elaboración del autor.

Cálculo de cantidad de los materiales para la elaboración de especímenes:

$$V = \frac{\pi * D^2 * H}{4}$$

$$V = \frac{\pi * 0.15^2 * 0.30}{4}$$



V. molde = 0.0053 m3

V. des 10% = 0.00053 m3

Vol. Tot. = (Vol. molde + Vol. desperdicio 10%)
V. Total= 0.0058 m3.

Tabla 27: Calculo de la cantidad de materiales para el volumen del molde.

Cantidad de material por espécimen – (m3)			
Descripción	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	1.28	3150	0.0004
A. Grueso	8.96	2710	0.0033
Agua	0.64	1000	0.0006
Vacíos 25%	0.00145		0.0015
Total			0.0058

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 28: Proporción del 1er diseño - Patrón

Proporciones finales por el 1er Diseño				
Materiales	Proporción final	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m3	9	11.5
A° Grueso	8.96	Kg/m3	9	80.6
Agua	0.64	Lit./m3	9	5.75

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 29: Proporción del 2do. diseño - Experimental N°01

Proporciones finales 2do Diseño.				
Materiales	Proporción final	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m3	9	11.5
A° Grueso	8.06	Kg/m3	9	72.6
Agua	0.64	Lit./m3	9	5.7
A° Fino	0.87	Kg/m3	9	7.9

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 30: Proporción del 3er. diseño - Experimental N°02

Proporciones finales 3er Diseño.				
Materiales	Proporción final	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m3	9	11.5
A° Grueso	7.17	Kg/m3	9	64.5
Agua	0.64	Lit./m3	9	5.7
A° Fino	1.75	Kg/m3	9	15.7

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 31: Proporción del 4to. diseño - Experimental N°03

Proporciones finales 4to Diseño				
Materiales	Proporción	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m3	9	11.5
A° Grueso	6.27	Kg/m3	9	56.4
Agua	0.64	Lit./m3	9	5.7
A° Fino	2.62	Kg/m3	9	23.6

Fuente: Elaboración del autor.

III. RESULTADOS

En el presente informe de investigación tenemos los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad de San Pedro, de conformidad con el problema formulado, hipótesis y objetivos.

Para empezar con el proceso de esta investigación se realiza con la recolección de los materiales áridos de la cantera Taricá – Pariahuanca donde se recolecta los áridos necesarios para realizar los ensayos de las características físicas y mecánicas de los áridos y diseños de mezclas para realizar el ensayo de resistencia a la compresión y permeabilidad, realizando los ensayos correspondientes para este proyecto de investigación.

Se realizó una mezcla para el concreto patrón y tres mezclas para concreto añadiendo arena (10,20 y 30%) y se hizo 9 probetas para cada una y realizó el ensayo de compresión a los 7,14 28 días de curado obteniendo los siguientes resultados

Contenido de humedad ASTM D-2216-71.

Tabla 32: Procedimiento del ensayo de contenido de humedad

Contenido de Humedad ASTM D-2216-71		
Agregado Grueso 1/2"		
Recipientes	20	29
Peso de Recipiente + M. Húmeda (gr.)	1410.50	1350.00
Peso de Recipiente + M. Seca (gr.)	1401.50	1338.00
Peso de recipiente	165.50	169.60
Peso del agua	9.00	12.00
Peso de muestra seca	1236.00	1168.40
Contenido de Humedad W%	0.73	1.03
Humedad promedio	0.88	

Contenido de Humedad Agregado fino		
Recipientes	6	45
Peso de recipiente + M. Húmeda (gr.)	1026.30	1001.50
Peso de recipiente + M. Seca (gr.)	992.70	968.60
Peso de recipiente	165.50	169.60
Peso del agua	33.60	32.90
Peso de muestra seca	827.20	799.00
Contenido de Humedad W%	4.06	4.12
Humedad promedio		4.09

Resumen.

Descripción	Agregado Grueso	Agregado Fino
<i>Contenido de Humedad W%</i>	0.88	4.09

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 33: Análisis granulométrico del agregado fino.

MALLA	PESO gr.	% RETIENE	% ACUMULADO	% QUE PASA
2"				100
1 1/2"				100
1"				100
3/4"				100
1/2"				100
3/8"				100
1/4"				100
N° 4	65.00	3.80	3.80	96.20
8	312.00	18.26	22.06	77.94
16	360.00	21.07	43.13	56.87
30	312.50	18.29	61.42	38.58
50	235.80	13.80	75.23	24.77
100	164.30	9.62	84.84	15.16
200	59.00	3.45	88.29	11.71
Palto	200.00	11.71	100.00	0.00
	1708.60	100.00		

Módulo de Fineza:

2.90

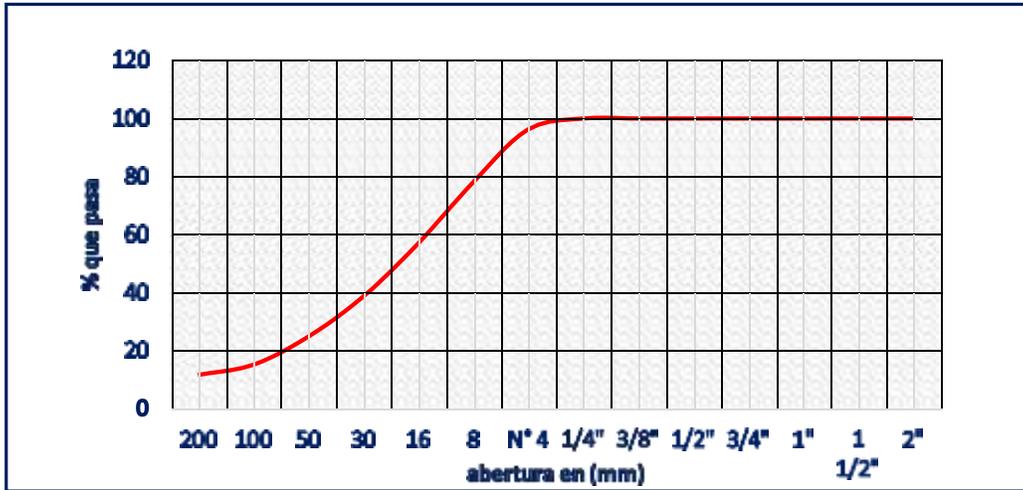


Figura 15 : Curva Granulométrica

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 34: Peso unitario agregado grueso y fino.

Resumen del ensayo de Peso Unitario y Contenido de Vacíos en Agregados Gruesos

Descripción	Suelto		Compactado	
	Peso Unitario	Porcentaje de Vacíos.	Peso Unitario	Porcentaje de Vacíos.
Agregado fino	1.64	28.91	1.78	22.78
Agregado grueso	1.55	42.50	1.63	39.37

Fuente: Elaboración del autor

Peso específico y absorción del agregado grueso y agregado fino.

Se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 hrs),

Tabla 35: Procedimiento del ensayo del peso específico y absorción de los agregados.

Peso específico y absorción de los agregados gruesos					
N°	Recipientes	25	20	9	Promedio
1	Peso de la muestra secada al horno (gr.)..... (A)	1072.60	794.70	1084.00	
2	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr.)(B)	1083.60	799.20	1093.40	
3	Volumen de masa/ Volumen de Vacíos	401.50	292.10	405.50	
4	Volumen de masa	390.50	287.60	396.10	
5	Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr.)....(C)	682.10	507.10	687.90	
	Peso específico Aparente	2.67	2.72	2.67	2.69
	Peso específico Aparente SSS	2.70	2.74	2.70	2.71
	Peso específico Nominal	2.75	2.76	2.74	2.75
	% Absorción	1.03	0.57	0.87	0.82

Peso específico y absorción de los agregados fino

N° de Recipientes	35	15
A <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en Aire)</i>	300.0	300.0
B <i>Peso de frasco + agua</i>	679.0	654.9
C <i>Peso de frasco + agua + material seco (en aire)</i>	979.0	954.9
D <i>peso del material +agua en el frasco</i>	853.3	850.2
E <i>Volumen de masa + Vol. de vacíos = (C-D)</i>	125.7	104.7
F <i>Peso del material seco. En horno(105°C)</i>	296.3	296.8
G <i>Vol. Masa = (E-(A-F))</i>	122.0	101.5

Peso específico y absorción agregado fino

<i>Peso específico Aparente</i>	2.36	2.83
<i>Peso específico Aparente SSS</i>	2.39	2.87
<i>Peso específico Nominal</i>	2.43	2.92
<i>% Absorción</i>	1.25	1.08

Resultado

<i>Peso específico Aparente</i>	2.60
<i>Peso específico Aparente SSS</i>	2.63
<i>Peso específico Nominal</i>	2.68
<i>% Absorción</i>	1.16

Fuente: Elaboración del autor

Ensayo de resistencia a la compresión.

Es una de las características más importantes de todo concreto. Esto se puede definir como la tensión máxima que el material puede soportar bajo una carga puntual. Durante la instalación, la fuerte tensión del concreto influirá fuertemente en la resistencia a la compresión del hormigón habitado.

Para los cuales se realizaron nueve (09) especímenes de concreto permeable patrón con agregado grueso de ½” y tres diseños con las adiciones del agregado fino(arena), el primer diseño experimental con adición de 10% de nueve (09) especímenes, el segundo diseño experimental con la adición de 20% de nueve (09) especímenes y el tercer diseño experimental con adición de 30% de nueve (09) especímenes.

Elaborando un total de treinta y seis (36) especímenes de los cuatro tipos de diseño que se consideró en el proyecto de investigación para realizar el ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado realizando el ensayo con tres muestras de especímenes por cada diseño para los días establecidos de curado.

Tabla36: Resultados de la resistencia a la compresión Patrón.

Nº	TESTIGO - ELEMENTO	AREA cm2	CARGA kg.	MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC =Kg/cm2	(%)
1	C° P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	176.6	11690	28/03/2019	04/04/2019	7	66.2	37.83
2	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	174.3	11290	28/03/2019	04/04/2019	7	64.8	37.01
3	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	171.9	10990	28/03/2019	04/04/2019	7	63.9	36.53
4	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	176.6	16110	28/03/2019	11/04/2019	14	91.2	52.13
5	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	178.9	15490	28/03/2019	11/04/2019	14	86.6	49.48
6	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	174.3	16890	28/03/2019	11/04/2019	14	96.9	55.37
7	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	176.6	30850	28/03/2019	25/04/2019	28	174.7	99.82
8	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	171.9	30990	28/03/2019	25/04/2019	28	180.3	103.02
9	C°P° Patrón (Ag. Grueso 1/2")	174.3	30970	28/03/2019	25/04/2019	28	177.7	101.53

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 37: Resultados de la resistencia a la compresión Experimental 1.

Nº	TESTIGO - ELEMENTO	AREA cm2	CARGA kg.	MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC =Kg/cm2	(%)
1	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	176.6	12680	28/03/2019	04/04/2019	7	71.8	41.0
2	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	174.3	12980	28/03/2019	04/04/2019	7	74.5	42.6
3	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	171.9	13690	28/03/2019	04/04/2019	7	79.6	45.5
4	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	176.6	16590	28/03/2019	11/04/2019	14	93.9	53.7
5	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	178.9	17480	28/03/2019	11/04/2019	14	97.7	55.8
6	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	174.3	16980	28/03/2019	11/04/2019	14	97.4	55.7
7	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	176.6	30980	28/03/2019	25/04/2019	28	175.4	100.2
8	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	171.9	31020	28/03/2019	25/04/2019	28	180.5	103.1
9	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	174.3	31130	28/03/2019	25/04/2019	28	178.6	102.1

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 38: Resultados de la resistencia a la compresión Experimental 2.

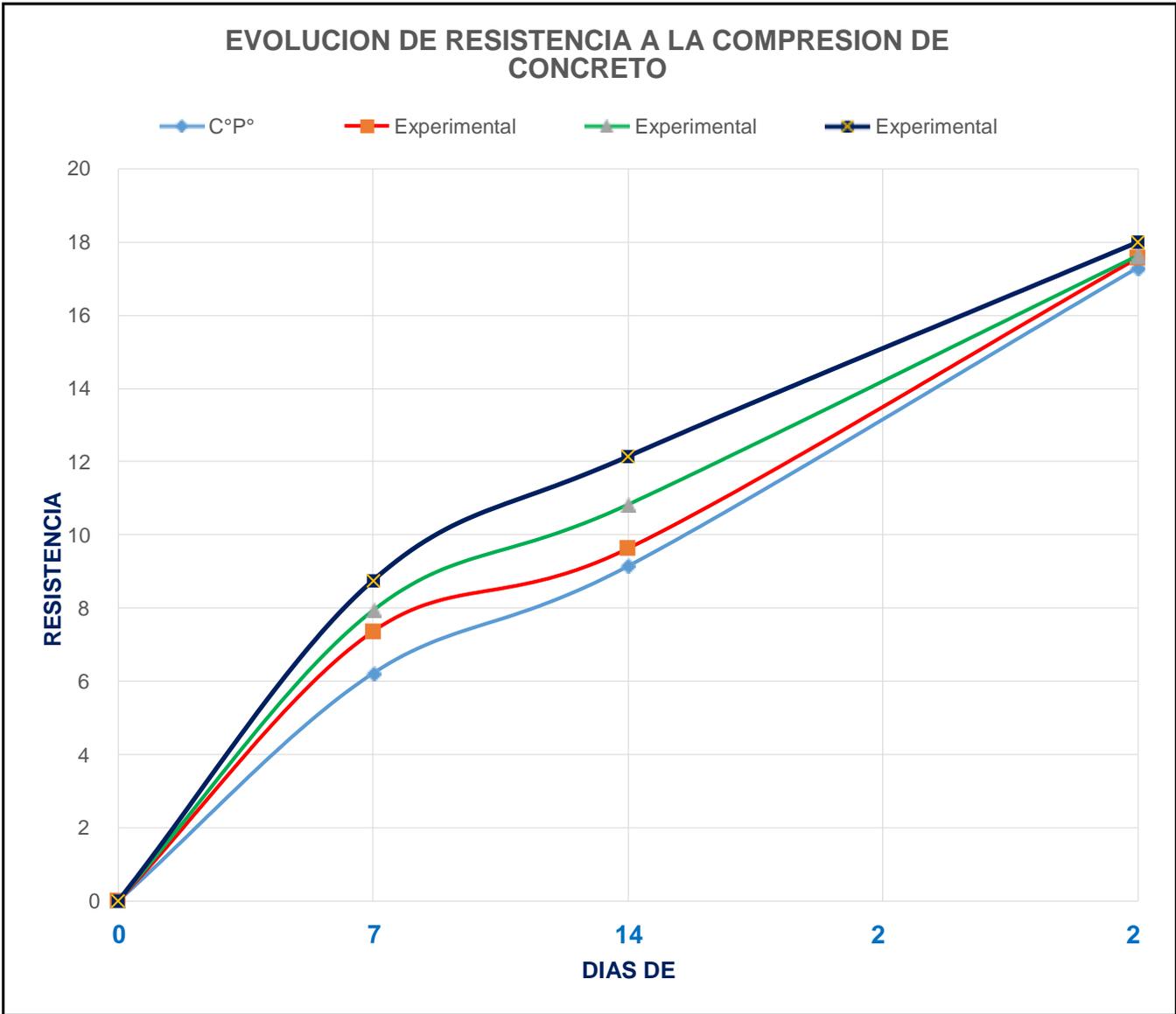
Nº	ELEMENTO	AREA cm ²	CARGA kg.	MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	Kg/cm ²	(%)
1	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	174.3	13790	28/03/2019	04/04/2019	7	79.1	45.2
2	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	174.3	13990	28/03/2019	04/04/2019	7	80.3	45.9
3	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	171.9	14290	28/03/2019	04/04/2019	7	83.1	47.5
4	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	172.03	18990	28/03/2019	11/04/2019	14	110.4	63.1
5	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	178.9	18600	28/03/2019	11/04/2019	14	104.0	59.4
6	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	176.7	19800	28/03/2019	11/04/2019	14	112.1	64.0
7	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	176.6	31870	28/03/2019	25/04/2019	28	180.5	103.1
8	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	171.9	31590	28/03/2019	25/04/2019	28	183.8	105.0
9	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	174.3	30980	28/03/2019	25/04/2019	28	177.7	101.6

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 39: Resultados de la resistencia a la compresión Experimental 3

N°	TESTIGO - ELEMENTO	AREA cm2	CARGA kg.	MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	FC =Kg/cm2	(%)
1	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	174.3	16020	28/03/2019	04/04/2019	7	91.9	52.5
2	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	174.3	15490	28/03/2019	04/04/2019	7	88.9	50.8
3	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	171.9	15920	28/03/2019	04/04/2019	7	92.6	52.9
4	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	172.03	21490	28/03/2019	11/04/2019	14	124.9	71.4
5	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	178.9	21890	28/03/2019	11/04/2019	14	122.4	69.9
6	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	176.7	22980	28/03/2019	11/04/2019	14	130.1	74.3
7	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	176.6	31300	28/03/2019	25/04/2019	28	177.2	101.3
8	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	171.9	32010	28/03/2019	25/04/2019	28	186.2	106.4
9	C°P° Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	174.3	32990	28/03/2019	25/04/2019	28	189.3	108.2

Fuente: Elaboración del autor.



*Figura 16 : Evolución de la curva de resistencia a la compresión.
Fuente: Elaboración del autor*

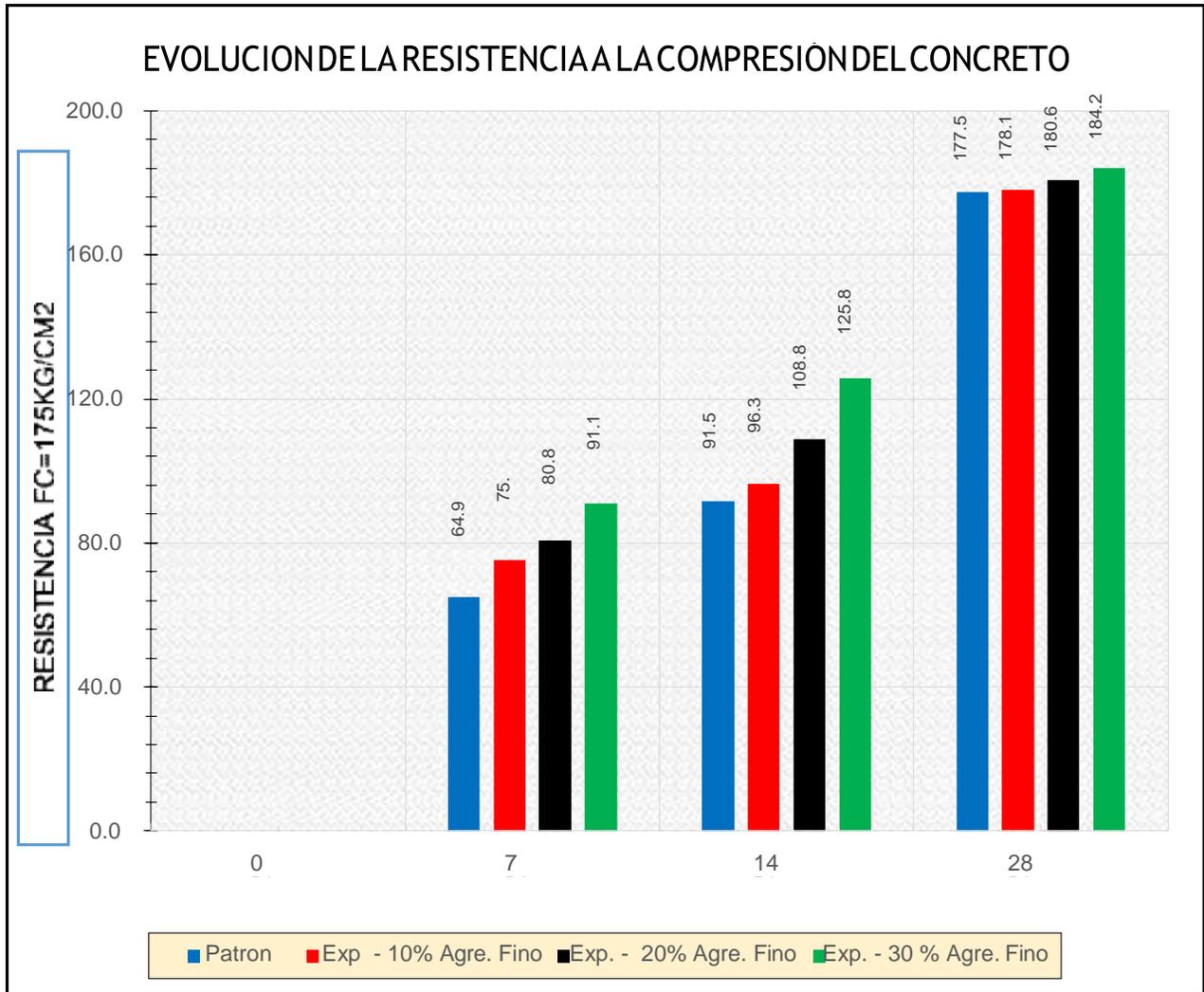


Figura 17: Evolución de la Resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 40: Resistencias a la compresión de probetas de concreto añadiendo agregado fino según días de curado

Tabla 40: Resistencia a la compresión añadiendo agregado fino según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con agregado fino			
	Patrón	10%	20%	20%
7	64,967	75,300	80,833	91,133
14	91,567	96,333	108,833	125,800
28	177,567	178,167	180,667	184,233

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la tabla 40: se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias que presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.945$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto en cada tratamiento (con adición de agregado fino en 0, 10, 20 y 30%) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 41: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto con adición de agregado fino.

Tabla 41: Calculo de la prueba ANOVA

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Adición de agregado fino	838,973	3	279,658	6,780	,024
Días de curado	22318,473	2	11159,236	270,531	,000
Error	247,497	6	41,249		
Total	23404.942	11			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla 41: Se puede observar que para los porcentajes de agregado fino agregado al concreto permeable de 0%, 10%, 20% y 30%, valor de $p < (p = 0.024, p < 0.05)$, entonces podemos decir que los datos muestran suficiente Intenta rechazar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales). Por tanto, podemos concluir que, con una significancia del 5%, la fuerza media (kg / cm²) alcanzada por las muestras de hormigón permeable es diferente con la adición de árido fino. Es decir, existe una diferencia importante entre la fuerza media de las muestras de concreto permeable. En otras palabras, existen diferencias importantes entre las fuerzas medias de las muestras de concreto permeable.

También es necesario en el número de días a tratar el valor de p ($p = 0,000, p 0,05$). Se puede decir que debido al número de días de procesamiento, la resistencia promedio de las muestras de concreto permeable es diferente (el efecto de los días. Endurecido a resistencia media).

Tabla 42: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de las probetas de concreto permeable son diferentes.

Tabla 42: Calculo de la prueba de Duncan

Adición de agregado fino	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
0%	111.36700	
10%	116.60000	
20%	123.44433	123.44433
30%		133.72200

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

30%	133.72200 a
20%	123.44433 a
10%	116.60000 b
0 %	111.36700 b

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla 42, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto permeable que tienen mayor resistencia a la compresión es la correspondiente a la adición de agregado fino en un 30%, esta resistencia se puede considerar significativamente igual a cuando se adiciona 20% de agregado fino, también se tiene que la resistencia es menor cuando se adiciona un 10% de agregado fino y esta última logra una resistencia significativamente igual a cuando no se adiciona agregado fino.

Ensayo de permeabilidad.

Para el ensayo de permeabilidad se elaboró el instrumento de permeámetro según la guía ACI, con lo que se realizó dicho ensayo de permeabilidad, para ello se elaboró un total de 12 especímenes de concreto permeable de los siguientes diseños:

- Concreto patrón 03 especímenes.
- Concreto experimenta 1 (añadiendo el 10% de agregado fino) 03 especímenes.
- Concreto experimenta 2 (añadiendo el 20% de agregado fino) 03 especímenes.
- Concreto experimenta 3 (añadiendo el 30% de agregado fino) 03 especímenes.

Procediendo con el ensayo a los 28 días de curado, considerando que las aberturas y los poros deben estar entre los rangos de 2 y 8 mm según la normativa de ACI que permitan la infiltración, en las siguientes tablas tenemos los resultados de estos ensayos.

Tabla43: Resultado de ensayo de permeabilidad -patrón

N	DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEAB.	EDAD (Días)	t TIEMPO (Seg.)	L LONG. MUESTRA (cm)	A AREA MUESTRA (cm ²)	a AREA DE CILINDRO CARGA (cm ²)	h1 ALT. COLUMNA DE AGUA	h2 ALT. TUBERIA SALIDA DE AGUA	K (cm/seg.) COEF. PERMEAB. (cm/seg.)	K (mm/seg.) COEF. PERMEAB. (mm/seg.)
M-1	Concreto Permeable Patron	28/03/2019	24/04/2019	28	25.7	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	2.815	28.149
M-2		28/03/2019	24/04/2019	28	19.8	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	3.698	36.984
M-3		28/03/2019	24/04/2019	28	22.5	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	3.234	32.339
PROMEDIO											3.249	32.491

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

Tabla 44: Tabla Resultado de ensayo permeabilidad - experimental N°01.

N	DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEAB.	EDAD (Días)	t TIEMPO (Seg.)	L LONG. MUESTRA (cm)	A AREA MUESTRA (cm ²)	a AREA DE CILINDRO CARGA (cm ²)	h1 ALT. COLUMNA DE AGUA	h2 ALT. TUBERIA SALIDA DE AGUA	K (cm/seg.) COEF. PERMEAB. (cm/seg.)	K (mm/seg.) COEF. PERMEAB. (mm/seg.)
M-1	Concreto Permeable Patron	28/03/2019	24/04/2019	28	29.7	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	2.341	23.411
M-2		28/03/2019	24/04/2019	28	28.1	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	2.474	24.743
M-3	Añadiendo . 10% de Ag. fino	28/03/2019	24/04/2019	28	34.9	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	1.992	19.922
PROMEDIO											2.269	22.692

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

Tabla45: Resultado de ensayo permeabilidad - experimental N°02

					t	L	A	a	h1	h2	K (cm/seg.)	K (mm/seg.)
N	DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEAB.	EDAD (Dias)	TIEMPO (Seg.)	LONG. MUESTRA (cm)	AREA MUESTRA (cm2)	AREA DE CILINDRO CARGA (cm2)	ALT. COLUMNA DE AGUA	ALT. TUBERIA SALIDA DE AGUA	COEF. PERMEAB. (cm/seg.)	COEF. PERMEAB. (mm/seg.)
M-1	Concreto Permeable	28/03/2019	24/04/2019	28	39.8	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	1.747	17.470
M-2	Patron	28/03/2019	24/04/2019	28	36.8	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	1.889	18.894
M-3	Añadiendo . 20% de Ag. fino	28/03/2019	24/04/2019	28	35.2	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	1.975	19.753
PROMEDIO											1.870	18.706

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

Tabla46: Resultado de ensayo permeabilidad - experimental N°03

					t	L	A	a	h1	h2	K (cm/seg.)	K (mm/seg.)
N	DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEAB.	EDAD (Dias)	TIEMPO (Seg.)	LONG. MUESTRA (cm)	AREA MUESTRA (cm2)	AREA DE CILINDRO CARGA (cm2)	ALT. COLUMNA DE AGUA	ALT. TUBERIA SALIDA DE AGUA	COEF. PERMEAB. (cm/seg.)	COEF. PERMEAB. (mm/seg.)
M-1	Concreto Permeable	28/03/2019	24/04/2019	28	45.8	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	1.518	15.181
M-2	Patrón	28/03/2019	24/04/2019	28	48.5	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	1.434	14.336
M-3	Añadiendo 30% de Ag. fino	28/03/2019	24/04/2019	28	52.8	15.00	78.54	113.1	25.00	1.00	1.317	13.168
PROMEDIO											1.423	14.228

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

Tabla 47: Permeabilidad de probetas de concreto añadiendo agregado fino

Probeta	Permeabilidad de concreto con adición de agregado fino			
	Patrón	10%	20%	30%
1	2,815	2,341	1,747	1,518
2	3,698	2,474	1,889	1,434
3	3,234	1,992	1,975	1,317

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la Tabla 47 se puede observar que cuando no se agrega agregado fino (muestra estándar), la permeabilidad es mayor. Se puede decir que los datos muestran signos suficientes para rechazar la hipótesis nula (H_0 : la permeabilidad media es igual). Por tanto, se puede concluir que a un nivel significativo del 5%, la permeabilidad media está en cm / seg. El efecto obtenido en las muestras de hormigón es diferente al de la adición de áridos finos. Es decir, existe una diferencia significativa entre la permeabilidad de las probetas de concreto.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.232$ y $p > 0.05$) de la permeabilidad obtenidas en las probetas de concreto en cada tratamiento (adición de agregado fino) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 48: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre la permeabilidad de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Adición de agregado fino	5,453	3	1,818	25,918	,000
Error	,561	8	,070		
Total	6,014	11			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

Como puede verse en la Tabla 48, para la adición de agregado fino en porcentajes de 0%, 10%, 20% y 30%, p-valor $<(p = 0,0004, p < 0.05)$, podemos decir que los datos muestran evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0 : la permeabilidad media es igual). Por tanto, podemos concluir que a un nivel significativo del 5%, la permeabilidad media está en cm / seg. El efecto obtenido en las muestras de hormigón se diferencia de la adición de áridos finos. Es decir, existen diferencias importantes entre la permeabilidad de las muestras de concreto.

Tabla 49: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las probetas tiene diferente permeabilidad.

Sustitución con escoria	Subconjunto para alfa = 0,05		
	1	2	3
30%	1.42300		
20%	1.87033	1.87033	
10%		2.26900	
0%			3.24900

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

0%	3.24900.....a
10%	2.26900... ..b
20%	1.87033... ..b
30%	1.42300... ..c

En la tabla 49, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor permeabilidad es la que corresponde al patrón (cuando no se adiciona agregado fino), seguido de las probetas con 10% y 20% de adición de agregado fino, permeabilidades significativamente iguales y finalmente la que registra menor permeabilidad es la que se adicionó 30% de agregado fino, encontrándose dentro del rango que menciona el ACI.

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

La investigación realizada se centra en el estudio del efecto que tiene al añadir el agregado fino (arena) en el diseño de mezcla de un concreto permeable diseñado para pavimentos f^c 175 kg/cm² en la ciudad de Huaraz. Las variables dependientes estudiadas son las propiedades del concreto permeable, tales como su resistencia a la compresión y permeabilidad (parámetros de relevancia en este tipo de concreto).

Los agregados extraídos de la cantera Taricá - Pariahuanca que se está utilizando para el presente tema de investigación cumplen con las exigencias de la Norma Técnica Peruana (NTP) y otras, respecto a sus características y propiedades: Análisis granulométrico, contenido de humedad, Peso específico y absorción y Peso Unitario, se realizaron con un adecuado desempeño técnico profesional en la área de laboratorio de mecánica de suelos verificando con certificación los resultados obtenidos con las NTP y ASTM.

Tabla 28: Proporción del 1er diseño - Patrón

Proporciones finales por el 1er Diseño				
Materiales	Proporción final	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m³	9	11.5
A° Grueso	8.96	Kg/m³	9	80.6
Agua	0.64	Lit./m³	9	5.75

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 29: Proporción del 2do. diseño - Experimental N°01

Proporciones finales 2do Diseño.				
Materiales	Proporción final	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m³	9	11.5
A° Grueso	8.06	Kg/m³	9	72.6
Agua	0.64	Lit./m³	9	5.7
A° Fino	0.87	Kg/m³	9	7.9

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 30: Proporción del 3er. diseño - Experimental N°02

Proporciones finales 3er Diseño.				
Materiales	Proporción final	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m3	9	11.5
A° Grueso	7.17	Kg/m3	9	64.5
Agua	0.64	Lit./m3	9	5.7
A° Fino	1.75	Kg/m3	9	15.7

Fuente: Elaboración del autor.

Tabla 31: Proporción del 4to. diseño - Experimental N°03

Proporciones finales 4to Diseño				
Materiales	Proporción	Unidad	N°	Total
Cemento	1.28	Kg/m3	9	11.5
A° Grueso	6.27	Kg/m3	9	56.4
Agua	0.64	Lit./m3	9	5.7
A° Fino	2.62	Kg/m3	9	23.6

Fuente: Elaboración del autor.

La relación agua cemento (a/c) es 0.50 tanto para la muestra patrón y experimental, en consideración se ha considerado la misma cantidad de agua como nos muestra las tablas 28,29 30 y 31, luego obtengo la cantidad en volúmenes que son necesarias para la elaboración de 9 especímenes de concreto permeable, igualmente se realizaron el mismo procedimiento o método para las probetas experimentales N°01, N°02 y N°03, pese que en estas se han adicionado la arena fina en 10, 20, y 30% en esa orden, Obteniéndose valor dentro de límites específicos. El diseño híbrido se describe en detalle sobre la base de los siguientes informes: ACI 522R-10 "Informes de concreto permeable" y ACI 211.3R-02 "guía para la selección de proporciones para concretos de bajo Slump).

Los especímenes estudiados de los cuatro diseños elaborados nos muestran el 25% de vacíos en cada una de los diseños con lo que cumple con esta variable de este tipo de concreto y cumpliendo con lo establece el ACI 522R-10.

Tabla 40: Resistencia a la compresión añadiendo agregado fino según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con agregado fino			
	Patrón	10%	20%	20%
7	64,967	75,300	80,833	91,133
14	91,567	96,333	108,833	125,800
28	177,567	178,167	180,667	184,233

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

Según la tabla 40. Nos muestra para cada diseño la evolución de la resistencia a la compresión tenemos; para la muestra patrón, a los 7 días no han superado el porcentaje haciendo una comparación con el concreto convencional que corresponde (70 -75%), se consiguió el 37.12%, igualmente a los 14 días, donde a esta fecha debe estar entre (85 - 95%), se logró el 52.33%, pero a los 28 días, supera el 100%, llegando a obtener 101.45 quiero precisar que no cumple en los tres ensayos, solo se cumple al promediar los resultado de estas tres muestras .

Según la tabla 40. Tenemos la muestra con agregado fino de 10%, a los 7 días no han superado el porcentaje de (70 – 75%), se obtuvo el 43.03%, igualmente a los 14 días correspondería a (85-95%), se obtuvo 55.06%, pero a los 28 días supera el 100% obteniéndose el 101.81% en este caso a los 28 días todas las muestras realizadas cumple y superan el 100% que es $f'c=175\text{Kg/cm}^2$.

Según la tabla 40. Tenemos la muestra con agregado fino de 20% los datos nos muestran, a los 7 días no han superado el porcentaje de (70 – 75%) se obtuvo el 46.19%, igualmente a los 14 días correspondería a (85-95%) se obtuvo 62.17%, pero a los 28 días supera el 100%, las tres muestras ensayadas obteniéndose el 103.23%.

Según la tabla 40. Los resultados de resistencia a la compresión de la muestra con agregado fino 30% tenemos, a los 7 días no han superado el porcentaje de (70 – 75%) se obtuvo el 52.07%, igualmente a los 14 días correspondería a (85-95%), se obtuvo 71.87 %, al igual que en los tres diseños anteriores, pero a los 28 días supera el 100%, obteniéndose el 105.28% siendo el mejor en los diseños para este ensayo.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, los valores nos indica que mayor porcentaje de agregado fino incrementa la resistencia a la compresión y mantiene la permeabilidad necesaria para este tipo de concreto como establece el ACI, haciendo una comparación con una tesis realizada en la ciudad de Puno del concreto permeable con la incorporación de tiras de plástico, podemos decir que menor porcentaje de tiras de plástico incrementan la resistencia a la compresión y se mantiene la permeabilidad, mayor porcentaje de tiras de plástico disminuye la resistencia y la permeabilidad.

Según el valor obtenido, se puede observar que la resistencia a la compresión de la muestra de concreto a los 28 días de endurecimiento es superior a la del endurecimiento durante 7 días, y la resistencia a la compresión es inferior a los 7 días de endurecimiento, para que no supere la resistencia a la compresión del concreto convencional, podemos concluir que: 5% En este caso, la fuerza media (kg / cm²) obtenida por la muestra de hormigón deformado con árido fino es diferente. En otras palabras, existe una diferencia importante entre las fuerzas medias de las muestras de hormigón precedero.

Tabla 47: Permeabilidad de probetas de concreto añadiendo agregado fino

Probeta	Permeabilidad de concreto con adición de agregado fino			
	Patrón	10%	20%	30%
1	2,815	2,341	1,747	1,518
2	3,698	2,474	1,889	1,434
3	3,234	1,992	1,975	1,317

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

Respecto a la permeabilidad de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los 28 días, se evidencia que han cumplido para una porosidad del 25%, que el ACI 522R-10 establece referente al coeficiente de permeabilidad de 0.01 m/s.

Según la tabla 47. Los valores obtenidos del ensayo de permeabilidad de la muestra patrón se tiene, a los 28 días el 0.0325 m/s de coeficiente, se encuentra por encima de los rangos establecidos ACI.

Según la tabla 47. Valores obtenidos del ensayo de permeabilidad de la muestra experimental N° 01 añadiendo el 10% de arena tenemos, a los 28 días el 0.023 m/s de coeficiente, se encuentra por encima de los rangos establecidos ACI.

Según la tabla 47. El valor obtenido del ensayo de permeabilidad de la muestra experimental N° 02 añadiendo el 20% de arena tenemos, a los 28 días el 0.018 m/s de coeficiente, superando lo establecido por el ACI.

Según la tabla 47. El valor obtenido del ensayo de permeabilidad de la muestra experimental N° 03 añadiendo el 30% de arena tenemos, a los 28 días el 0.014 m/s de coeficiente, se encuentra dentro de los rangos establecidos ACI.

V. CONCLUSIONES

- Podemos concluir que el agregado de la cantera de Taricá - Pariahuanca tiene excelentes propiedades físicas y mecánicas, corroborado a través de los ensayos realizados en el laboratorio y de muy buena calidad para elaborar los diseños de mezcla para el concreto permeable.
- Tenemos los valores obtenidos a la resistencia a la compresión desarrollados a los 7, 14 y 28 días de curado para la adición de agregado fino, en un concreto permeable, en un porcentaje de 0% ó patrón, 10%, 20% y 30% y podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias que a los 7 y 14 días de curado no alcanza el porcentaje como el concreto convencional , a los 28 días de curado llega a alcanzar el 100% podemos decir que a esa edad la composición química entre las partículas se adhieren mejor de los componentes de la mezcla.
- Respecto a la permeabilidad de acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos a los 28 días, concluyo que el diseño experimental N° 03 es el diseño óptimo, en mención a calor de hidratación que se produce cuando se combina el cemento y el agua, complementado con el resto de materiales, obteniendo resistencia necesaria y permeabilidad dentro del rango que establece el ACI 522R-10
- Con el presente trabajo podemos contribuir de manera técnica a la solución de problemas de escorrentía e inundaciones en las calles, parques, estacionamientos y patio de centros educativos que se presentan en muchas ciudades de la zona sierra de nuestro país en especial en la ciudad de Huaraz.

VI. RECOMENDACIONES

- Para el diseño de la mezcla se recomienda utilizar los métodos propuestos en ACI 211.3R-02 "Lineamientos proporcionales de concreto sin vacíos" y ACI 522R-10 "Informe de concreto permeable".
- Dado que el grado de vacío depende de varias variables, como el tamaño de partícula y la forma de los aditivos, es importante hacer que la mezcla de prueba alcance el porcentaje de vacíos estimado en el diseño antes de preparar la mezcla final. Para desarrollar la permeación recomendada por ACI 522R, es necesario un conocimiento previo de la mecánica de los fluidos y sus materiales constituyentes. Por lo tanto, es aconsejable la guía técnica para la construcción del permeámetro.
- Se recomienda, para este tipo de concreto el diseño con adición de 30% de ensayos para la resistencia a la compresión y permeabilidad adicionar en 30% de agregado fino la que ha conllevado a dar buenos resultados específicamente en el curado a los 28 días en mención a calor de hidratación que se produce cuando se combina el cemento y el agua, complementado con el resto de materiales.
- Los materiales utilizados en esta investigación se pueden utilizar en investigaciones futuras y mejoradas. Es necesario entrenar en el sistema de compactación de muestras, ya que esto afectará significativamente los resultados de la resistencia a la compresión y la permeabilidad.
- Se recomienda en las futuras investigaciones que, para realizar las pruebas de ensayo de resistencia a la compresión, se deje secar dos días antes para realizar la prueba de compresión, porque este tipo de concreto tiene poros internos donde se satura y producto a ello demora en secado de los especímenes.
- Realizar en futuras investigaciones la adición de otros materiales en diferentes porcentajes, el uso de aditivos y la prueba de ensayo de resistencia a flexión, con el objetivo de ver los comportamientos y el análisis de los resultados.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- ACI Commite 522R-10. (2010). Report on Pervious Concrete.
- ACI; 211.3R-97. (1998). *Guide for selecting proportions for no-slump concrete. Appendix 7 previous concrete mix porportioning. 211.3R-21.* American Concrete Institute.
- ACI-522.6. (2006). *Previos Cocrete.* American Concrete Institute.
- Aguado de Cea, A. (1988). Aproximación al concreto poroso. Generalitat de Catalunya. *Revista Carreteras 21.*
- al, G. H. (2011). *Control de escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación a climas mediterráneos. Tesis de Master en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. .*
Valencia - España: Universidad Politécnica de Valencia.
- ASTM-C127. (1993). *Standard Test Method for Specific Gravity and Absortion of Coarse Agregate.* ASTM International, USA.
- ASTM-C1688/C1688M,_08. (2010). *Standard Test Method for Density and Void.*
- Azañedo Medina , W. H., Chavez Juanito, H., & Muñoz Valdivia , R. G. (2007). *DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POROSO CON AGREGADOS DE LA CANTERALA VICTORIA, CEMENTO PÓRTLAND TIPO I CON ADICIÓN DE TIRAS DE PLÁSTICO, YSU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.* Universidad Nacional de Cajamarca, Peru - Cajamarca.
- Calderon Colca, Y., & Chacra Chura , J. (2013). *Analisis y diseño de pavimentos permeables de concreto poroso. Tesis para optar titulo de Ingeniero CivilUniversidad Nacional de San Agustín.* Arequipa, Perú.
- Castro j., De Solminihac, H., Videla , C., & Bonifacio , F. (2009). *Estudio de dosificaciones en laboratorio para pavimentos porosos de hormigón Pontificia Universidad Catolica de Chile.* Chile.
- Flores Quispe, C., & Pacompia Calcina, I. (2015). *Diseño de mezcla de concreto permable.* Puno- Peru.
- Hernandez. (2006). *Metodologia de la investigacion .* Mexico.
- http://vitela.javerianacali.edu.co › bitstream › handle>Diseño_aplicacion_concreto. (s.f.).
- <http://www.repositorio.unap.edu.pe › bitstream › handle › UNAP .> (s.f.).

<https://www.nrmca.org> › *aboutconcrete* › *cips/cip38es*. (s.f.).

Kosmata Steven , H., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanessi, J. (2004). *Diseño y control de mezcla de concreto*. EE.UU.: Portland Cement Association Illinois.

Montejo, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos*. 3°. Ed. Panamericana: Universidad Católica de Colombia, . Colombia.

Montejo, A. (noviembre de 2013).

https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_-_Alfonso_Montejo_Fonseca.

Moujir Salazar , Y., & Castañeda Urrego, L. (2014). *Diseño y aplicacion de concreto poroso para pavimentos*. Tesis de Titulo en ingeniería civil, Pontificia Universidad de Javeriana. Cali- Colombia.

Navas Carro , A., & Fernandez Arrieta , R. (2008). *Diseño de Mezcla para evaluar su resistencia a la compresion uniaxial y su permeabilidad*. Universidad de Costa Rica .

NTP-021. (2002). *Metodo de ensayo normalizado para peso especifico y bsorcion de aegado grueso*. Norma Tecnica Peruana.

NTP-400.012. (2002). *Analisis granulometrico del agregado fino y grueso global*. Norma Tecnica Peruana.

Pérez. (2009). *Concreto permeable*. ACI.

Perez Ramos, D. (2009). *Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesiticos*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico .

Portugal, P. (2007). *Tecnologia del concreto de alto desempeño*. UNSA. Peru. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/42540958/Tecnologia-Del-Concreto-deAlto-Desempeno>.

Tennis P., D., Leming M., L., & Akers D., J. (2004). *Pervious Concrete Pavements*. (S. I. Portland Cement Association, & S. M. National Ready Mixed Concrete Association, Edits.)

Torre, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto*. Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <https://www.academia.edu> › TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mi esposa por ser el apoyo incondicional en mi vida, que con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino.

Y por supuesto a mi querida Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

VIII. ANEXOS

ANEXO N°01 RESULTADO DE LABORATORIO



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS						
TEMAS	: " Resistencia y Permeabilidad Concreto Permeable F'c=175 Kg/Cm2 Añadiendo 10%, 20% y 30% de Agregado Fino"					
SOLICITA	: Bach. Obregon Mendoza, Ruben Dario					
DISTRITO	: HUARAZ				HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ				FECHA	: 07/05/2019
PROG. (KM.)	:				ASESOR	:
DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA	:					
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO					
PROF. (m)	:					
AGREGADO GRUESO						
N° TARRO		20	29			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1410,5	1350,0			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1401,5	1338,0			
PESO DE AGUA	(g)	9,00	12,00			
PESO DEL TARRO	(g)	105,50	109,6			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1236,00	1166,4			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0,73	1,03			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0,88				
AGREGADO FINO						
N° TARRO		6	45			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1026,3	1001,5			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	997,7	968,6			
PESO DE AGUA	(g)	28,60	32,90			
PESO DEL TARRO	(g)	105,50	109,6			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	627,20	799,0			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4,05	4,1			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	4,09				



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
 MATERIALES
 Ing. Elizabeth Mazza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

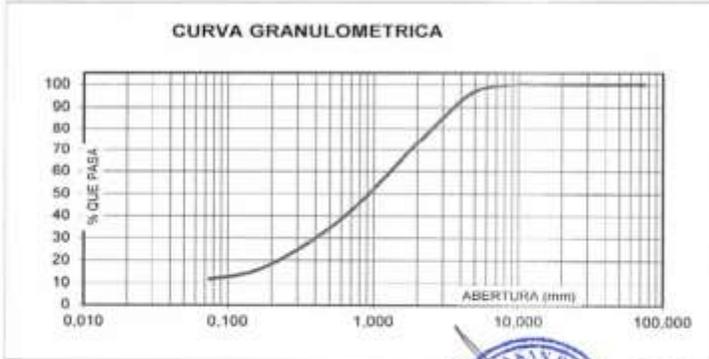
SOLICITA : Bach. Obregon Mendoza, Ruben Dario
TESIS : " Resistencia y Permeabilidad Concreto Permeable F'c=175 Kg/Cm2 Añadiendo 10%, 20% y 30% de Agregado Fino"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 07/05/2019 **CANTERA :** PARIAHUANCA **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1708.6
PESO SECO LAVADO	1508.60
PESO PERDIDO POR LAVADO	200.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	65.00	3.80	3.80	96.20
N° 8	2.360	312.00	18.26	22.06	77.94
N° 16	1.180	360.00	21.07	43.13	56.87
N° 30	0.600	312.50	18.29	61.42	38.58
N° 50	0.300	235.80	13.80	75.23	24.77
N° 100	0.150	164.30	9.62	84.84	15.16
N° 200	0.075	59.00	3.45	88.29	11.71
PLATO		200.00	11.71	100.00	0.00
TOTAL		1708.60	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : # 4
 MODULO DE FINEZA : 2.9
 HUMEDAD : 4.09%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 DE LAZ - HUANCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 FUNDACIONES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Obregon Mendoza, Ruben Dario
TESIS : " Resistencia y Permeabilidad Concreto Permeable FC=175 Kg/Cm2 Añadiendo 10%, 20% y 30% de Agregado Fino"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : PARIAHUANCA
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 07/05/2019

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
B : Peso de frasco+ agua
C = A + B : Peso frasco + agua +material
D : Peso de material+agua en el frasco
E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
F : Peso Material seco en horno
G= E- (A - F) : Volumen de masa

300,0	300,0	
679,0	654,9	
979,0	954,9	
853,3	850,2	
125,7	104,7	
296,3	296,8	
122,0	101,5	
1,25	1,08	
1,16		

ABSORCION (%) : $((A-F)/F) \times 100$
ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

PROMEDIO	
2,36	2,83
2,39	2,87
2,43	2,92

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
P.e. Bulk (Base Saturada)
P.e. Aparente (Base Seca)

2,60
2,63
2,68



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 LOCAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEP

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Obregon Mendoza, Ruben Dario**
 TESIS : " Resistencia y Permeabilidad Concreto Permeable FC=175 Kg/Cm2 Añadiendo
 10%, 20% y 30% de Agregado Fino"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : PARIAHUANCA
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 07/05/2019

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

1083,6	799,2	1093,4
682,1	607,1	687,9
401,5	292,1	405,5
1072,6	794,7	1084,0
390,5	287,6	396,1
1,03	0,57	0,67
0,82		

ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2,67	2,72	2,67
2,70	2,74	2,70
2,75	2,76	2,74

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,70
2,72
2,75



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 TICAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO DE HUARAZ Y
 PARACUTIN, PERU

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Obregon Mendoza, Ruben Durio
TESIS : " Resistencia y Permeabilidad Concreto Permeable f'c=175 Kg/Cm2 Añadiendo 10%, 20% y 30% de Agregado Fino"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : PARIAHUANCA
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 07/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19675	19650	19655
Peso de molde	5220	5220	5220
Peso de muestra	14455	14430	14435
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1547	1545	1545
Peso unitario prom.	1546 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20430	20465	20440
Peso de molde	5220	5220	5220
Peso de muestra	15210	15245	15220
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1628	1632	1629
Peso unitario prom.	1630 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 TERCER SEMESTRE
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO Y ACEROS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA: Bach. Obregon Mendoza, Ruben Dario
TESIS: * Resistencia y Permeabilidad Concreto Permeable FC-175 Kg/Cm2 Añadiendo 10%, 20% y 30% de Agregado Fino*
LUGAR: HUARAZ
CANTERA: : PARIAHUANCA
MATERIAL: : AGREGADO FINO
FECHA: : 07/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7950	7965	7975
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4530	4545	4555
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1632	1637	1641
Peso unitario prom.	1637 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8365	8355	8345
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4945	4935	4925
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1781	1778	1774
Peso unitario prom.	1778 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUANCAVELICA - PERU
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETO Y ACERO
 ING. ELIZABETH MAZA AMBRUSIO
 CIP: 118544
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : OBREGON MENDOZA RUBEN DARIO
 TESIS : RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD CONCRETO PERMEABLE F C=175kg/cm² AÑADIENDO 30%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO
 FECHA: 25/04/2019

F.C.: 175kg/cm²

DISEÑO: PATRON - CONCRETO PERMEABLE AGREGADO GRUESO 1/2"

Nº	TESTIGO ELEMENTO	AREA cm ²	CARGA kg	FECHA		EDAD DIAS	175 kg/cm ²	FC/F' C (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	176,6	13000	28/03/2019	04/04/2019	7	66,2	37,83
2	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	174,3	11290	28/03/2019	04/04/2019	7	64,8	37,01
3	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	171,9	10990	28/03/2019	04/04/2019	7	63,9	36,53
4	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	176,6	16110	28/03/2019	11/04/2019	14	91,3	52,13
5	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	178,9	15400	28/03/2019	11/04/2019	14	86,6	49,48
6	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	174,3	16880	28/03/2019	11/04/2019	14	96,8	55,37
7	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	176,6	30950	28/03/2019	25/04/2019	28	174,7	99,82
8	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	171,9	30990	28/03/2019	25/04/2019	28	180,3	103,02
9	C ¹⁰ Patron (Ag.Grueso 1/2")	174,3	30990	28/03/2019	25/04/2019	28	177,7	101,53

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados en este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA Y
 ENFERMERIA
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosini
 CIP: 116544
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: OBREGON MENDOZA RUBEN DARIO

TESIS: RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD CONCRETO PERMEABLE $f'c = (1.75kg/cm^2)^{1/2}$ AÑADIENDO 10%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO

FECHA: 25/04/2019

F'c: 175kg/cm²

DISEÑO: EXPERIMENTAL 1 - CONCRETO PERMEABLE AGREGADO GRUESO 1/2" + ADICION DE 10% DE ARENA

Nº	TESTIGO ELEMENTO	AREA cm ²	kg.	FECHA		EDAD DIAS	FC kg/cm ²	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	176,6	12680	28/03/2019	04/04/2019	7	71,8	41,0
2	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	174,3	12980	28/03/2019	04/04/2019	7	74,5	42,6
3	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	171,9	13090	28/03/2019	04/04/2019	7	76,6	43,8
4	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	176,6	14590	28/03/2019	11/04/2019	14	83,9	53,7
5	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	178,9	17480	28/03/2019	11/04/2019	14	97,7	55,8
6	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	174,3	18480	28/03/2019	11/04/2019	14	97,4	55,7
7	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	176,6	30880	28/03/2019	25/04/2019	28	175,4	100,2
8	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	171,9	31020	28/03/2019	25/04/2019	28	180,5	103,1
9	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 10%)	174,3	31130	28/03/2019	25/04/2019	28	178,6	102,1

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES: Los testigos fueron elaborados en este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PERU - HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIAS DE CONCRETO Y
ACEROS DE ARMADO

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : OBREGON MENDOZA RUBEN DARIO

TESIS : RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD CONCRETO PERMEABLE F'c=175kg/(cm)²+ AÑADIENDO 10% Y 30% DE AGREGADO FINO

FECHA: 25/04/2019

F'c : 175kg/cm²

DISEÑO: EXPERIMENTAL 2 - CONCRETO PERMEABLE AGREGADO GRUESO 1/2" + ADICION DE 20% DE ARENA

Nº	TESTIGO ELEMENTO	AREA		FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'c (%)
		cm ²	kg.	MOLDEO	ROTURA			
1	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	174,3	11790	28/03/2019	04/04/2019	7	79,1	45,2
2	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	174,3	12990	28/03/2019	04/04/2019	7	90,3	45,9
3	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	171,9	14290	28/03/2019	04/04/2019	7	81,1	47,5
4	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	172,03	18990	28/03/2019	11/04/2019	14	110,4	63,1
5	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	178,9	18000	28/03/2019	11/04/2019	14	104,0	59,4
6	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	176,7	19800	28/03/2019	11/04/2019	14	112,1	64,0
7	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	176,8	31870	28/03/2019	25/04/2019	28	180,5	103,1
8	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	171,5	31590	28/03/2019	25/04/2019	28	182,8	105,0
9	C ¹⁰ Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 20%)	174,3	30980	28/03/2019	25/04/2019	28	177,7	101,6

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados en este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LAS CONSTRUCCIONES
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
Ing. Elizabeth Maza Ambrósio
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : OBREGON MENDOZA RUBEN DARIO

TESIS : RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD CONCRETO PERMEABLE F'c=175kg/[cm]² AÑADIENDO 10%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO

FECHA: 25/04/2019

F'c : 175kg./cm²

DISEÑO: EXPERIMENTAL 3 - CONCRETO PERMEABLE AGREGADO GRUESO 1/2" + ADICION DE 30% DE ARENA

Nº	TESTIGO ELEMENTO	AREA cm ²	kg.	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	174,3	16070	28/03/2019	04/04/2019	7	91,9	52,5
2	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	174,3	15490	28/03/2019	04/04/2019	7	88,9	50,8
3	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	171,9	15920	28/03/2019	04/04/2019	7	92,6	52,9
4	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	172,03	21490	28/03/2019	11/04/2019	14	124,9	71,4
5	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	178,9	21890	28/03/2019	11/04/2019	14	122,4	69,9
6	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	176,7	22980	28/03/2019	11/04/2019	14	130,1	74,3
7	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	176,6	31300	28/03/2019	25/04/2019	28	177,2	101,3
8	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	171,9	32010	28/03/2019	25/04/2019	28	186,2	106,4
9	C'P* Experimental (Ag. Grueso 1/2" + Ag. Fino 30%)	174,3	32990	28/03/2019	25/04/2019	28	189,3	108,2

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados en este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
INGENIERIA DE MATERIAS PLASTICAS Y
COMPOSITAS



Ing. Elizabeth Maza Ambrosini
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE PERMEABILIDAD - CONCRETO PATRON AGREGADO GRUESO 1/2"

SOLICITA: BACH. OBRIGON MENDOZA RUBEN DARIO
 TESIS: RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DE CONCRETO PERMEABLE F'c=175 Kg/cm² AÑADIENDO 10%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO 1/2" y AGREGADO FINO
 LUGAR: HUARAZ -PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH
 FECHA: 30/04/2019

N	ensayo	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD	EDAD (Días)	TIEMPO (Seg.)	L (cm)	A (cm ²)	a (cm ²)	h1 (cm)	h2 (cm)	K (cm/seg.)	K (mm/seg.)
M-1	Concreto Permeable Patron (Ag. Grueso 1/2")	26/03/2019	24/04/2019	28	75.7	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	2,815	28,149
M-2		26/03/2019	24/04/2019	28	19.8	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	3,698	36,984
M-3		26/03/2019	24/04/2019	28	22.5	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	3,234	32,339
PROMEDIO											3,249	32,491

FORMULA

Coefficiente de permeabilidad

$$K = \frac{L \cdot a}{L - A} = L \cdot \frac{h_1}{h_2}$$




 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PUNO - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIA DE SUELOS Y
 ENLACE DE CONCRETO
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 110044
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD - CONCRETO PATRON AGREGADO GRUESO 1/2" + 10% DE AGREGADO FINO

SOLICITA BACH. OBREGON MENDOZA RUBEN DARIO
 TESIS RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO PERMEABLE AÑADIENDO 10%, 20% Y 30% AGREGADO FINO
 MATERIAL AGREGADO GRUESO 1/2" y AGREGADO FINO
 LUGAR HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH
 FECHA 30/04/2019

N	DISEÑO	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD	EDAD (Días)	t TIEMPO (Seg.)	L LONG. MUESTRA (cm)	A AREA MUESTRA (cm ²)	a AREA DE CILINDRO CARGA (cm ²)	h1 ALT. COLUMNA DE AGUA	h2 ALT. TUBERIA SALIDA DE AGUA	K(cm/seg.) COEF. PERMEABILIDAD	K(mm/seg.) COEF. PERMEAB.
M-1	Concreto Permeable Patron (Ag. Grueso 1/2") + 20% de agregado fino	28/03/2019	24/04/2019	28	29.7	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	2,341	23,411
M-2		28/03/2019	24/04/2019	28	28.1	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	2,474	24,743
M-3		28/03/2019	24/04/2019	28	34.9	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	1,992	19,922
PROMEDIO											2,269	22,692

FORMULA

Coefficiente de permeabilidad

$$K = \frac{L - A}{L - A} + L \cdot \frac{h_1}{h_2}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LICENCIATURA DE MECANICA DE
 PROYECTO DE MAESTRIAS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE PERMEABILIDAD - CONCRETO PATRON AGREGADO GRUESO 1/2" + 20% DE AGREGADO FINO

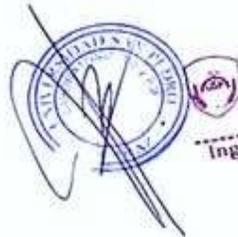
SOLICITA: BACH. ORRÉGON MENDOZA RUBEN DARIO
 TESIS: RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DE CONCRETO PERMEABLE F'c=175 Kg/cm² ASADIRINDO 10%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO 1/2" y AGREGADO FINO
 LUGAR: HUÁRAZ - PROVINCIA DE HUÁRAZ - ANCASH
 FECHA: 30/04/2019

N	DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD	EDAD (Días)	TIEMPO (Seg.)	LONG. MUESTRA (cm)	AREA MUESTRA (cm ²)	AREA DE CILINDRO CARGA (cm ²)	ALT. COLUMNA DE AGUA	ALT. TUBERIA SALIDA DE AGUA	COEF. PERMEABILIDAD (cm/seg.)	COEF. PERMEAB. (mm/seg.)
M-1	Concreto Permeable Patron (Ag. Grueso 1/2") + 10% de agregado fino	28/03/2019	24/04/2019	28	39.8	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	1,747	17,470
M-2		28/03/2019	24/04/2019	28	36.8	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	1,889	18,894
M-3		28/03/2019	24/04/2019	28	35.7	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	1,975	19,751
PROMEDIO											1,870	18,706

FORMULA

Coefficiente de permeabilidad

$$K_c = \frac{L_1 - a_1}{L_1 + a_1} + L_2 \frac{h_2}{h_1}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUÁRAZ - PERU
 FACULTAD DE INGENIERIA
 + ESCUELA DE INGENIERIA EN
 LA INGENIERIA DE MECANICA DE
 FLUIDOS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118944
 JEFE

ENSAYO DE PERMEABILIDAD - CONCRETO PATRON AGREGADO GRUESO 1/2" + 30% DE AGREGADO FINO

SOLICITA: BACH. OBREGON MENDOZA RUBEN DARIO
 TESIS: RESISTENCIA Y PERMEABILIDAD DE CONCRETO PERMEABLE F'c=175 kg/cm² AÑADIENDO 10%, 20% Y 30% DE AGREGADO FINO
 MATERIAL: AGREGADO GRUESO 1/2" y AGREGADO FINO
 LUGAR: HUARAZ - PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH
 FECHA: 30/04/2019

N	DISEÑO	FECHA DE VADADO	FECHA DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD	EDAD (Días)	TIEMPO (Seg.)	LONG. MUESTRA (cm)	AREA MUESTRA (cm ²)	AREA DE CILINDRO CARGA (cm ²)	h1 ALT. COLUMNA DE AGUA	h2 ALT. TUBERIA SALIDA DE AGUA	K(cm/seg.) COEF. PERMEAB. (cm/seg.)	K(mm/seg.) COEF. PERMEAB. (mm/seg.)
M-1	Concreto Permeable Patron (Ag. Grueso 1/2") + 30% de agregado fino	28/03/2019	24/04/2019	28	45.8	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	1,518	15,181
M-2		28/03/2019	24/04/2019	28	48.5	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	1,434	14,336
M-3		28/03/2019	24/04/2019	28	52.8	15,00	78,54	113,1	25,00	1,00	1,317	13,168
PROMEDIO											1,423	14,228

FORMULA

Coefficiente de permeabilidad

$$K = \frac{L - A_2}{L - A_1} + L \cdot \frac{h_1}{h_2}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA DE
 MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118544
 JEFE



DISEÑO DE MEZCLAS PATRON Y EXPERIMENTALES

1er DISEÑO DE MEZCLA - PATRON

Calculo de Materiales para 1m³ de Concreto Permeable

V. Vacios = 25%
V. Pasta = 18%

Calculos: $0.18 = \frac{1000C + 1575C}{3,150000}$
 $2575C = 567,000$
C = 220.19 Kg
a = 110.10 Lit.

Descripcion	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	110.10	1000	0.1101
Cemento	220.19	3150	0.0699
Vacios			0.2500
		Parcial	0.4300
		A ^o Grueso	0.5700
		Total	1.000

Cantidad de material - m ³			
Descripcion	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	220.19	3150	0.070
A ^o Grueso	1544.70	2710	0.570
Agua	110.10	1000	0.110
Vacios			0.250
		Total	1.000

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}$$

$$V = \frac{\pi \cdot 0.15^2 \cdot 0.30}{4}$$



V. molde = 0.0053 m³
V. der 10% = 0.00053 m³
V. total = 0.0058

Cantidad de material por especimen - m ³			
Descripcion	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	1.28	3150	0.0004
A ^o Grueso	8.96	2710	0.0033
Agua	0.64	1000	0.0006
Vacios 25%	0.00145		0.0015
		Total	0.0058

Proporciones finales por el 1er Diseño				
Materiales	Propocion	Unidad	Nº	Total
Cemento	1.28	Kg/m ³	9	11.5
A ^o Grueso	8.96	Kg/m ³	9	80.6
Agua	0.64	Lit./m ³	9	5.75



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - PUNO PERU
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENGENIERIA DE MATERIALES
Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70761



2do. DISEÑO EXPERIMENTAL AÑADIENDO 10% ARENA

V. Vacios = 25%
V. Pasta = 18%

Calculos: $0.18 = \frac{1000C + 1575C}{3.150000}$
 $2575C = 567.000$
C = 220.19 Kg
a = 110.10 Lit.

Descripcion	Peso SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	110.10	1000	0.1101
Cemento	220.19	3150	0.0699
Vacios			0.2500
		Parcial	0.4300
		A ^o Grueso	0.5700
		Total	1.0000

Como se ha optado por la incorporacion de Agregado Fino (10% del total del Agregado grueso) en el Diseño de Mezcla, se hace la correccion:

A ^o Grueso	0.570
10% A ^o Fino	0.057

Descripcion	Peso SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
A ^o Fino	150.82	2646	0.0570
A ^o Grueso Corregido	1390.23	2710	0.5130

Cantidad de material - m³

Descripcion	Peso SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	220.19	3150	0.0699
A ^o Fino	150.82	2646	0.0570
A ^o Grueso Corregido	1390.23	2710	0.5130
Agua	110.10	1000	0.1101
Vacios			0.2500
Total			1.0000

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}$$

$$V = \frac{\pi \cdot 0.15^2 \cdot 0.30}{4}$$



V. molde = 0.0053 m³
 V. del 10% = 0.00053 m³

V. total (m³) = 0.0058

Cantidad de material por espécimen - m³

Descripcion	Peso SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	1.28	3150	0.0004
A ^o Fino	0.87	2646	0.0003
A ^o Grueso Corregido	8.06	2710	0.0030
Agua	0.64	1000	0.0006
Vacios	0.00148		0.0015
Total			0.0058

Proporciones finales 2do Diseño.

Material	Peso	Volumen	n ^o	Costo
Cemento	1.28	Kg/m ³	9	11.5
A ^o Grueso	8.06	Kg/m ³	9	72.6
Agua	0.64	Lit. m ³	9	5.7
A ^o Fino	0.87	Kg/m ³	9	7.9



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y LABORATORIO DE MATERIALES
 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 79761



Jer. DISEÑO EXPERIMENTAL AÑADIENDO 20% ARENA

V. Vacios = 25%
V. Pasta = 18%

Calculos: $0.10 = \frac{1000C + 1575C}{3.150000}$
 $2575C = 567.000$
C = 220.19 Kg.
Q = 110.10 Lit.

Descripción	Peso SSS (Kg)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Agua	110.10	1000	0.1101
Cemento	220.19	3150	0.0699
Vacios 25%			0.2500
		Parcial	0.4300
		A* Grueso	0.5700
		Total	1.000

Como se ha optado por la incorporación de Agregado Fino (20% del total del Agregado grueso) en el Diseño de Mezcla, se hace la corrección

A* Grueso	0.570
20% A* Fino	0.114

Descripción	Peso SSS (Kg)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
A* Fino	301.64	2646	0.1140
A* Grueso Corregido	1235.76	2710	0.4560

Proporciones			
Descripción	Peso SSS (Kg)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	220.19	3150	0.0699
A* Fino	301.64	2646	0.1140
A* Grueso Corregido	1235.76	2710	0.4560
Agua	110.10	1000	0.1101
Vacios 25%			0.2500
Total			1.000

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}$$

$$V = \frac{\pi \cdot 0.15^2 \cdot 0.30}{4}$$



V molde = 0.0053 m³
 V der 10% = 0.00053 m³
V total (m³) = 0.0058

Proporciones por Volumen del molde			
Descripción	Peso SSS (Kg)	P.E. (Kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	1.28	3150	0.0004
A* Fino	1.75	2646	0.0007
A* Grueso Corregido	7.17	2710	0.0026
Agua	0.64	1000	0.0006
Vacios	0.00145		0.0015
Total			0.0058

Materiales	Proporción	Unidad	Nº	Costo
Cemento	1.28	Kg/m ³	9	11.5
A* Grueso	7.17	Kg/m ³	9	64.5
Agua	0.64	Lit./m ³	9	5.7
A* Fino	1.75	Kg/m ³	9	15.7



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - EL TUPAC HUARI
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 CARR. DE MODIFICACION DE CALLES
 Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. *José Ernesto Sotelo Montes*
 CIP: 70781



4to DISEÑO EXPERIMENTAL AÑADIENDO 30% ARENA

V. Vacios = 25%
V. Pasta = 18%

Calculos: $0.18 = \frac{1000C + 1575C}{3.150000}$
 $2575C = 567.000$
C = 220.19 Kg.
a = 110.10 Lit.

Descripcion	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m3)	Volumen (m3)
Agua	110.10	1000	0.1101
Cemento	220.19	3150	0.0699
Vacios 25%			0.2500
		Parcial	0.4300
		A Grueso	0.5700
		Total	1.000

Como se ha optado por la incorporacion de Agregado Fino (30% del total del Agregado) en el Diseño de Mezcla, se hace la correccion:

A Grueso	0.570
20% A Fino	0.171

Descripcion	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m3)	Volumen (m3)
A Fino	452.46	2646	0.171
A Grueso Corregido	1081.29	2710	0.399

Proporciones m3			
Descripcion	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	220.19	3150	0.0699
A Fino	452.46	2646	0.1710
A Grueso Corregido	1081.29	2710	0.3990
Agua	110.10	1000	0.1101
Vacios 25%			0.2500
		Total	1.000

$V = \pi \cdot r^2 \cdot H$

$V = \pi \cdot 0.15^2 \cdot 0.10$



$V_{moldo} = 0.0033 \text{ m}^3$

$V_{del 10\%} = 0.0033 \text{ m}^3$

V total (m3) = 0.0058

Proporciones por Volumen del molde			
Descripcion	Pesos SSS (Kg.)	P.E. (Kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	1.28	3150	0.0004
A Fino	2.62	2646	0.0010
A Grueso Corregido	6.27	2710	0.0023
Agua	0.64	1000	0.0006
Vacios	0.00145		0.0015
		Total	0.0058

Proporciones finales 4to Diseño				
Materiales	Proporcion	Unidad	Nº	Total
Cemento	1.28	Kg/m3	9	11.5
A Grueso	6.27	Kg/m3	9	56.4
Agua	0.64	Lit./m3	9	5.7
A Fino	2.62	Kg/m3	9	23.6



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - JULIA HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAZARO CARRANZA DE BUELOS
 Y CASO DE MATERIAS
 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montoya
 CIP: 70751

ANEXO N° 02 PANEL FOTOGRAFICO



Imagen1.- Ubicación de la cantera Pariahuanca – Taricá



Imagen 1.- Agregado grueso ½ utilizado de la cantera - Pariahuanca - Taricá”



Imagen3. Seleccionado del agregado grueso 1/2" (por tamizado).



Imagen 4.- Ensayo de peso unitario del agregado fino.



Imagen 5. Tamices utilizados en el Laboratorio.



Imagen 6. Peso unitario del agregado fino.



Imagen 7. Ensayo de peso unitario de agregado grueso.



Imagen 8. Ensayo de absorción y peso específico.



Imagen 9.- Balanza para realizar el ensayo de absorción.



Imagen 10. Utilización de Fiola en el laboratorio.



Imagen 11.- Equipos y herramientas utilizados en los ensayos en el Laboratorio de la USP- Huaraz.



Imagen 22.- Materiales secado en el horno para sus respectivos ensayos



Imagen 13.1. Fiola con agua destilada.



Imagen 13.2. Peso del agregado fino.



Imagen 14. Preparado de la mezcla de concreto para la colocación en probetas.



Imagen 15.- Preparación y colocación de mezcla en probetas.



Imagen 16. Colocación de mezcla y desencofrado



Imagen 47. Curado de los especímenes en el laboratorio.



Imagen 48. Secado mínimo de 24 horas de especímenes antes del ensayo de compresión, diseño patrón.



Imagen 19. Ensayos de resistencia a la compresión del diseño patrón.



Imagen 20.- Secado de especímenes x 24 horas antes de la rotura, diseño experimental 10% de agregado fino.



Imagen21.- Ensayos de Resistencia a la compresión del diseño experimental (10% de agregado fino).



Imagen 22.- Secado de la muestra experimental N° 02, 20% de agregado fino x 24 horas antes del ensayo a la compresión.



Imagen 23.- Ensayo de resistencia a la compresión del diseño experimental N° 02 (agregado fino 20%).



Imagen 24.- Secado de especímenes del diseño experimental N° 03 añadido el 30% de agregado fino.



Imagen 25.- Ensayo de la resistencia a la compresión del diseño experimental N° 03



Imagen 26.1.- Ensayo de la resistencia a la compresión del diseño experimental N° 03



Imagen 26.2.- Muestras de especímenes a los 28 días de curado para realizarse el ensayo de la resistencia a la compresión del diseño experimental N° 03



Imagen 27. Ensayo de resistencia a la compresión de las muestras experimentales N° 03 con las indicaciones del técnico de laboratorio de la USP.



Imagen 28.- Toma de lectura del ensayo de la resistencia a la compresión.



Imagen 29.- Preparación, colocación de la mezcla y curado para el ensayo de permeabilidad.



Imagen 30.- Elaboración del permeámetro según la guía del ACI.



Imagen 31. Ensayo de permeabilidad de los especímenes del concreto permeable.



Imagen 32.- Toma de medida de los diámetros de las muestras para el cálculo de áreas.