



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS
CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA
Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS,
SULLANA, PIURA**

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

Autor:

Bach. Salcedo Reategui, Jose Roberto
<https://orcid.org/0000-0002-1336-3367>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro
<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación
Tecnología e innovación en desarrollo de la Construcción y la
Industria en un contexto de sostenibilidad

Sub línea de Investigación
Innovación y tecnificación en ciencia de los materiales, diseño e
infraestructura.

Pimentel – Perú
2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Salcedo Reategui Jose Roberto	DNI: 70269340	
-------------------------------	---------------	---

Pimentel, 26 de agosto de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

Formato recortado.pdf

AUTOR

JOSÉ ROBERTO SALCEDO REÁTEGUI

RECUENTO DE PALABRAS

13283 Words

RECUENTO DE CARACTERES

67500 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

76 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 30, 2024 7:26 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 30, 2024 7:27 PM GMT-5**● 21% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 18% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

TESIS

**CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA,
PIURA**

Aprobación del jurado:

DR. CORONADO ZULOETA OMAR
Presidente del jurado

DR. MARIN BARDALES NOE HUMBERTO
Secretario del jurado

MG. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO
Vocal del jurado

ÍNDICE

DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTO	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Hipótesis	24
1.4. Objetivos	24
1.5. Teorías relacionadas al tema	25
II. MATERIAL Y MÉTODO	38
2.1. Tipo y diseño de investigación	38
2.2. Variables, Operacionalización	38
2.3. Población y Muestra	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, autenticidad y veracidad ... 41	
2.5. Métodos de estudio de datos	42
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1. Resultados:	45
3.2. Discusión	85
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS	89
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ensayos para afirmado	26
Tabla 2 Ensayos para sub-base y base	26
Tabla 3 Ensayos para concreto Pórtland	27
Tabla 4 Requisitos de calidad para el agua	29
Tabla 5 Composición química de los tipos de cemento	30
Tabla 6 Tipos de concreto	31
Tabla 7 Deterioros o fallas de los pavimentos de concreto hidráulico	36
Tabla 8 Variable Dependiente	39
Tabla 9 Variable Independiente	40
Tabla 10 Muestra de investigación	41
Tabla 11 Canteras analizadas	45
Tabla 12 Resumen de ensayos de agregados de las canteras investigadas:	46
Tabla 15 Material que pasa tamiz N°200	48
Tabla 16 Equivalente de arena.	49
Tabla 17 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	49
Tabla 18 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	50
Tabla 19 Gravedad específica y absorción del agregado fino	51
Tabla 20 Gravedad específica y absorción del agregado grueso	52
Tabla 21 Ensayo de abrasión	52
Tabla 22 Partículas chatas y alargadas	53
Tabla 23 Porcentaje con dos o más caras fracturadas	54
Tabla 24 Calidad de los agregados finos	54
Tabla 25 Calidad de los agregados gruesos	55
Tabla 26 Requerimientos para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	55
Tabla 27 Composición de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	56
Tabla 28 Agregado total para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	56
Tabla 29 Pruebas previstas para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	56
Tabla 30 Requerimientos para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	57
Tabla 31 Composición de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	57
Tabla 32 Agregado total para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	57
Tabla 33 Pruebas previstas para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	57
Tabla 34 Requerimientos para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	58
Tabla 35 Composición de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	58
Tabla 36 Agregado total para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	59
Tabla 37 Pruebas previstas para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	59
Tabla 38 Requerimientos para concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	59
Tabla 39 Composición de concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	60
Tabla 40 Agregado total para concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	60
Tabla 41 Pruebas previstas para concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	60
Tabla 42 Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	61

Tabla 43 Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=210$ kg/cm ²	62
Tabla 44 Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=280$ kg/cm ²	63
Tabla 45 Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=350$ kg/cm ²	64
Tabla 46 Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=175$ kg/cm ²	65
Tabla 47 Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=210$ kg/cm ²	66
Tabla 48 Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=280$ kg/cm ²	67
Tabla 49 Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=350$ kg/cm ²	68
Tabla 49 Resultados de Resistencia a la tracción para $f'c=175, 210, 280$ y 350 kg/cm ²	69
Tabla 50 Prueba de normalidad	70
Tabla 51 Prueba de hipótesis concreto $f'c=175$ kg/cm ²	71
Tabla 52 Prueba de hipótesis concreto $f'c=210$ kg/cm ²	71
Tabla 53 Prueba de hipótesis concreto $f'c=280$ kg/cm ²	72
Tabla 54 Prueba de hipótesis concreto $f'c=350$ kg/cm ²	73
Tabla 55 Prueba de hipótesis (todos los datos)	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de losa de concreto para pavimentos rígidos	34
Figura 2 Vista de planta de distribución de acero en el pavimento rígido.	35
Figura 3 Vista de perfil de junta de pavimento rígido	36
Figura 4 Curva Granulométrica de agregado fino	47
Figura 5 Curva granulométrica de agregado grueso.....	48
Figura 6 Resistencia a la compresión para $f'c=175$ kg/cm ² según tiempo de fraguado.....	61
Figura 7 Resistencia a la compresión para $f'c=210$ kg/cm ² según tiempo de fraguado.....	62
Figura 8 Resistencia a la compresión para $f'c=280$ kg/cm ² según tiempo de fraguado.....	63
Figura 9 Resistencia a la compresión para $f'c=350$ kg/cm ² según tiempo de fraguado.....	64
Figura 10 Módulo de rotura para $f'c=175$ kg/cm ² según tiempo de fraguado	65
Figura 11 Módulo de rotura para $f'c=210$ kg/cm ² según tiempo de fraguado	66
Figura 12 Módulo de rotura para $f'c=280$ kg/cm ² según tiempo de fraguado	67
Figura 13 Módulo de rotura para $f'c=350$ kg/cm ² según tiempo de fraguado	68
Figura 14 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f'c=175$ kg/cm ²	75
Figura 15 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	76

Figura 16 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$	77
Figura 17 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$	78
Figura 18 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 7 días.....	79
Figura 19 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 14 días.....	80
Figura 20 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 28 días.....	81
Figura 21 Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto (todos los datos)	82
Figura 22 Ecuación de regresión de resistencia a la compresión y tracción del concreto (todos los datos)	83
Figura 23 Ecuación de regresión de resistencia a la compresión y tracción del concreto (todos los datos)	84

DEDICATORIA

A mis padres, Patricia Roxana Reátegui Paredes y Eddy Roberto Salcedo Galarreta, por su amor, perseverancia y apoyo incondicional durante este proceso.

A mis hermanas, por su confianza y motivación constante en cada paso de mi vida personal y profesional.

A una persona muy especial, Pamela Pérez Timaná por estar siempre a mi lado haciendo mucho más fácil y feliz cada reto o meta que necesito afrontar.

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien es la guía en mi camino, en brindarme y bendecirme, además de enderezar y orientar en alcanzar las cosas importantes en la vida.

A la Universidad Señor De Sipán, por acogirme y brindarme todo lo necesario para aprender y resolver los desafíos en esta carrera universitaria.

A mis estimados mentores, cada uno de los profesionales que me brindaron sus conocimientos a lo largo de esta etapa para poder desenvolverme en esta maravillosa profesión de la Ingeniería Civil.

CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA

RESUMEN

En la ciudad de Sullana, como en las diferentes ciudades del país diseñan los pavimentos rígidos en base a su resistencia a la compresión, esto genera que diferentes aspectos importantes del pavimento no se analicen y se presente problemas a lo largo de su vida útil. La presente investigación buscó evaluar la correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión para en base al f^c del concreto estimar su resistencia a la flexión y asegurar que el material cumpla con los estándares requeridos. Por ello se realizaron diseños de mezcla con $f^c = 175, 210, 280$ Y 350 kg/cm^2 , analizando su resistencia a la compresión y flexión en diferentes edades de 7, 14 y 28 días, y determinando su correlación. La investigación se determina de tipo cuantitativo correlacional, los datos se obtuvieron en base de ensayos normalizados y fueron procesados por softwares de Excel y SPSS. Los resultados indicaron que existe una correlación lineal que aumenta de acuerdo a la edad del concreto; obteniendo la correlación lineal general de $MR = 24,292 + 0,072 f^c$.

Palabras claves: concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, correlación.

CORRELATION BETWEEN THE BREAK MODULE AND THE COMPRESSION STRENGTH OF CONCRETE FOR RIGID PAVEMENTS, SULLANA, PIURA

ABSTRACT

In the city of Sullana, as in different cities in the country, rigid pavements are designed based on their compression resistance, this means that different important aspects of the pavement are not analyzed and problems arise throughout its useful life.

The present investigation sought to evaluate the assessment of the modulus of rupture and compressive strength to, based on the f_c of the concrete, estimate its flexural strength and ensure that the material meets the required standards. For this reason, mixture designs were carried out with $f_c = 175, 210, 280$ and 350 kg/cm^2 , analyzing its resistance to compression and flexion at different ages of 7, 14 and 28 days, and determining its limitation. The research is determined as a quantitative correlational type, the data were obtained based on standardized tests and were processed by Excel and SPSS software. The results indicated that there is a linear evaluation that increases according to the age of the concrete; obtaining the general linear acceleration of $MR=24.29+0.07 f_c$.

Keywords: concrete, compressive strength, flexural strength, correlation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El concreto hidráulico es clave en toda la mayoría de estructuras civiles que soportan cargas de compresión, incluyendo edificios, plazas, centrales hidroeléctricas, entre otras estructuras de orden menor que requieren controles diarios para determinar la calidad resistente. Los estándares tienen definidos estándares de control desarrollados en campo y se confirman en laboratorio, comparando los hallazgos con las resistencias creadas, basándose únicamente en la característica del concreto a soportar cargas a compresión.

Sin embargo, para elaborar pavimentos rígidos cuyos componentes principales son placas de concreto hidráulico, se emplean métodos y estándares basados en la capacidad de resistir flexión del elemento como criterio de diseño y control, lo que requiere controles de campo adicionales. Por lo cual es necesario determinar una relación entre las propiedades de compresión y flexión que permita que los controles de los pavimentos rígidos se puedan realizar acorde a la función que van a desempeñar como estructura.

Se considera que la construcción del pavimento es la propia superficie sobre la que circulan los vehículos, cuyo objetivo es doble: transportar las tensiones normales a los suelos subyacentes y proporcionar fricción a los vehículos. Característicamente, hay tres propósitos principales para la construcción de pavimentos: soporte de carga, suavidad y drenaje (1).

A nivel internacional, específicamente en India, consideran que las propiedad de resistir fuerzas a compresión y las características de permeabilidad del concreto se han investigado ampliamente en el pasado. Sin embargo, el comportamiento flexural del concreto, que es un modo importante de carga observado en el campo, sigue siendo una conjetura. Además, la resistencia a la flexión y la rigidez a la flexión son las entradas básicas de diseño que permiten hallar que espesor tendrá el pavimento (2). Se está desarrollando una enorme red de caminos rurales en India bajo el programa de conectividad rural más ambicioso. Bajo este programa, se están construyendo miles de kilómetros de caminos rurales en el país, que requieren materiales de pavimento de buena calidad, por lo cual el estudio de los parámetros de resistencia y rigidez, así como también el módulo de rotura,

módulo resistente y módulo flexural, así como su relación es de importancia y la literatura sobre esto es limitada (3).

En China, el monitoreo de fuerza del concreto a edades tempranas está ganando más atracción, ya que ayuda a decidir la preparación del concreto para el servicio y a realizar acciones significativas, comenzando el control previo al estrés o incluso a rotura. Las propiedades del concreto se hacen prioridad de estudio para poder asegurar comportamientos de estructuras (4). Asimismo se entiende que a consecuencia de la repetición de las cargas en la estructura de un pavimento de concreto se genera fallas estructurales por fatiga de los materiales utilizados. Por lo cual el factor fatiga está directamente relacionado con la magnitud de las cargas repetidas que suceden en este. Un refuerzo sería adecuado para evitar dicho comportamiento (5).

En Tailandia, se considera que las sólidas características de los pavimentos de concreto lo convierten en un material ideal para soportar cargas de tráfico pesado durante una larga vida útil. Debido a la baja capacidad de flexión y tracción del concreto, se requiere una gruesa capa de pavimento para evitar grietas debido a la carga por eje de los vehículos. Los pavimentos de hormigón con espesores de 150 mm a 200 mm se utilizan normalmente para todo tipo de carreteras expuestas a diferentes densidades de tránsito en varios países (6).

En Australia, explican que las grietas en el pavimento de concreto tienden a aparecer y propagarse en diferentes lugares y direcciones del mismo, degradando así su resistencia a la flexión; esto a causa de un mal diseño en el concreto o en el pavimento, ya que este diseño se debe realizar con la finalidad de resistir la carga de tránsito en miles de repeticiones a lo largo de su vida útil (7).

Con respecto a América Latina, la gran problemática es que el concreto suele fallar a causa de la combinación de la carga del propio peso con las cargas vehiculares, ya que dichas cargas pueden producir tensiones que superan a la respuesta de tracción del concreto. Por lo cual las losas necesitan ser diseñadas o reforzadas en su resistencia a la flexión (8). Busari *et al.* (9), explican que el pavimento de concreto genera un comportamiento de desviación y agrietamiento, y esto depende de la capacidad de ser sometido a flexión que este posee. Se ha demostrado que esta resistencia a la flexión está influenciada por factores como nivel de tensión, tamaño, edad, confinamiento al miembro de flexión, etc. Los

pavimentos de mezcla como el de cemento Portland son los mas habituales en cuanto al uso, sin embargo, no suele responder en cuanto a su resistencia a la flexión; los avances han generado nuevos tipos de concreto en cuanto al diseño para poder satisfacer la necesidad de un mejor comportamiento a flexión y compresion, además su durabilidad, para asi sustituir al concreto convencional al ser aplicado en los pavimentos (10).

Las grietas y fallas a lo largo de la estructura de un pavimento de concreto se generan porque la tensión en ciertos puntos no es la misma, debido a que es una estructura continua. Para el mejoramiento de un pavimento de concreto uno de los factores es la adhesión entre el material recompuesto y la capa original, este problema genera fallas por flexión (11). Shen *et al.* (12) señalan que la fatiga se hace presente en el concreto a causa de ciertos climas de China, donde esto acelera el deterioro del pavimento del concreto y pone en cuestión su rendimiento y durabilidad sufriendo un daño en una etapa temprana de la vida del mismo.

En nuestro país, consideran como problemática que las estructuras de concreto como los pavimentos a base de este material soportan cargas cíclicas, las cuales son aquellas que varían en el tiempo, causando que haya un deterioro progresivo, deterioro en su resistencia y demás propiedades, todo aquello se conoce como fatiga del material (13). Aguilar & Gonzales (14), consideran que los tipos de pavimento tanto como el hidráulico como el asfalto están constituidos para resistir las cargas de tránsito, del clima, además de deformaciones y agrietamientos. La fatiga del concreto se hace presente debido a estas cargas repetitivas. Señalan también que en nuestro país es frecuente observar irregularidades en sus pavimentos, los cuales no siempre es a causa de malos procedimientos o calidad de materiales.

Se debe tener en cuenta que existe múltiples fallas en los pavimentos en nuestro país, por lo cual es necesario realizar estrategias o diseños para mejorar el comportamiento expuesto a fuerzas de compresión además del comportamiento flexural del pavimento de concreto. Siendo en el caso de los pavimentos, la flexión la característica más importante a evaluar y lo que causa mayores tipos de patologías (15). La gran problemática es la alta circulación de vehículos en las carreteras de nuestro país como medio principal en transporte de personas y bienes; además del aumento del mismo con el paso de los años, aumentando a su vez las cargas que se genera en los pavimentos presentes en estas vías,

por lo cual los materiales presentes o tipos de construcción ya son inadecuados y se busca alternativas de construcción o materiales para poder contrarrestar dichas cargas (16).

En la ciudad de Sullana, donde se desarrolla la investigación, según Instituto Nacional de Defensa Civil (17), Sullana destaca como un importante centro de comunicaciones en la Región Piura, permitiendo la conexión con ciudades del norte, desde próximas como Piura y Talara, hasta limitando con la frontera entre Tumbes y Ecuador. Asimismo, por la ciudad de Sullana atraviesa la carretera Panamericana, una de las carreteras más importantes del país, y la carretera que une Paita y Tambogrande; asimismo estas carreteras logran unir a Sullana con todos sus distritos. A nivel local, el canal vía cumple el doble propósito de drenaje pluvial en épocas lluviosas y como una vía esencial de comunicación en tiempos secos, vinculando el centro urbano con los asentamientos humanos.

Si bien las mejoras en las infraestructuras, como el drenaje pluvial, han mejorado la red vial, las calles en estado natural representan un desafío durante lluvias, que causan estragos en las viviendas y la libre circulación del lugar. En cuanto al sistema vial, este está delimitado por la presencia de viviendas y vías, como la Carretera Panamericana, el Canal Vía y el Cuartel Militar, fragmentando la ciudad en Este-Oeste, Norte-Sur y separando distritos.

La evaluación actual de las vías urbanas en Sullana se clasifica según materiales y condiciones en categorías como Vías Asfaltadas, Pavimentadas, Afirmadas, Adoquinadas y Carrozables, y estas se distribuyen en diferentes sectores urbanos:

Sector Centro: Ubicado en el corazón de Sullana, este sector alberga actividades con flujo vehicular significativo, siendo mayormente pavimentado (23.20% con concreto y 58.76% con asfalto).

Sector Bellavista: Este sector, vinculado a Sullana de manera funcional, histórica, social y económica, se destaca por actividades comerciales con intenso tráfico vehicular. El Canal Vía, crucial en este sector, puede interrumpir la circulación durante lluvias, siendo el Puente Libertad una solución propuesta para enfrentar este problema (39.53% asfalto, 9.63% concreto, 22.54% afirmado).

Zona Comercial: Esta zona consolidada de actividad residencial y comercial presenta un tráfico vehicular pasivo y activo respectivamente (28.13% asfalto, 8.33% concreto).

Zona Residencial: Una zona consolidada, esta área alberga tráfico vehicular pasivo y presenta un alto porcentaje de pavimentación afirmada (3.39% concreto, 5.81% asfalto, 88.04% afirmado).

Zona de Expansión: Ubicada al Oeste de Sullana y en proceso de consolidación, esta área presenta actividades residenciales con flujo vehicular pasivo (24.23% asfalto, 34.31% afirmado).

Zona Industrial: Con un enfoque en actividades industriales y tráfico vehicular de carga, esta área es mayormente carrozable (88.22%).

Área Intangible: Una zona con una vía carrozable junto a un pequeño canal mediterráneo.

Zona Industrial Periférica: En Cieneguillo, esta zona industrial presenta una vía carrozable que se presenta en todo el canal Daniel Escobar.

En cuanto al estado de las vías de Sullana, preocupa la presencia de casi una quinta parte (18.63% o 92.58 km) de vías en estado carrozable que no han sido intervenidas. El sector 1 posee el mejor estado en cuanto a zonas pavimentadas refiere, lo cual representa un 82.63% de la zona, seguido por el Sector 2 (49.16%) y el Sector 3 (36.46%). Por otro lado, los Sectores 5 (88.22% carrozables) y 6 (41.45% carrozables) tienen menor pavimentación. El Sector 4 se encuentra en una situación intermedia, con bajo porcentaje de vías carrozables (2.34%) pero alta pavimentación afirmada (88.04%). Para poder asegurar el buen estado de estas vías es indispensable que todas las redes instaladas se desarrollen y se mantengan en buen estado, en lo que refiere al agua, drenaje y el desagüe, siendo uno de los puntos más problemáticos de la ciudad.

Además, el portal Piura Empresarial informa que la ciudad de Sullana cuenta con planes urbanos territoriales que buscan impulsar una estructuración ordenada de todo el territorio de la ciudad, en lo que respecta un enfoque sostenible e integral; y mejorando la calidad de inversión. Entre estos planes se puede nombrar el PDU y PAT, los cuales enfocan los diseños para asegurar una fluidez y accesibilidad en todas las zonas (18).

En cuanto a los servicios disponibles para mejorar los pavimentos en Sullana, se puede denotar puntos críticos, los cuales respecta en conservar pavimento flexible como es el tramo turístico que conecta las zonas de Máncora con sus lugares vecinos, lo cual está en jurisdicción de la Zona I de Piura (19).

En la Universidad Nacional de Piura se desarrolló una investigación para poder evaluar el estado de conservación de la calle San Juan de la ciudad de Sullana. Este se evaluó mediante el método del PCI, para poder identificar todas las fallas presentes en este pavimento. El pavimento presentaba un estado de alto deterioro en el que existía fallas como división del

pavimento, presente en un 9% de este, presencia de grietas en un 10% de clase D y 18% de grietas lineales, además de otras fallas como pulimiento y punzamiento que corresponden el 5% conjuntamente. En términos generales el pavimento se encontró en condición mala, con PCI de 36.04 (18). El análisis de este pavimento resalta el estado general de los pavimentos en la ciudad de Sullana, donde a simple vista se resalta el mal estado de este, lo que ocasiona daños a los vehículos, alto tráfico por una circulación lenta y contaminación de alto índice por exposición a polvo constante.

Antecedentes:

A nivel internacional, Chung et al. (4) desarrollaron una investigación correlacional de doble frecuencia, donde se buscó predecir la capacidad de flexión de compuestos cementosos diseñados y su elasticidad. La metodología empleada fue en base de inspección no destructiva de microondas. Los resultados indicaron una regresión no lineal entre las propiedades del módulo de rotura, la capacidad de resistir compresión y la elasticidad del concreto.

Asimismo, Sang *et al.* (20) presentan un estudio experimental para evaluar las relaciones del MR con la fuerza de compresión confinada de 7 días (UCS) y desarrolla un nuevo modelo predictivo para mejorar la estimación del módulo de rotura utilizando tres materiales base estándar de Texas, tratado con tres contenidos de cemento (2, 3 y 4%). El nuevo modelo de relación MR-UCS desarrollado en el estudio exhibió una estimación mejorada de los valores de MR. El método de prueba recientemente formulado indicó la posibilidad de estimar el MR requerido para poder determinar la fatiga de los materiales base tratados con cemento.

Otro tipo de investigaciones es la elaborada por Hamidi et al. (21), los que han preparado tres diseños de mezclas que contienen 0, 50 y 100% de agregado de peso pesado de magnetita (HWA) y se sometieron a pruebas de propiedades mecánicas frescas y de 28 días. Para eso, 100 y 150 mm muestra cúbica, y 100×200y 150×300mm muestra cilíndrica para ser expuestos a fuerzas de compresión, muestra cilíndrica con la misma dimensión que las de resistencia a la compresión, se preparó un espécimen de prisma para la fuerza flexural se han desarrollado correlaciones entre las resistencias de HWGC con la geometría de la muestra.

Adicionando otro tipo de mezclas, Augustine & Nasir (22) realizan la evaluación de la fuerza flexural y la relación de fuerza de compresión de la arena de fundición gastada (SFS) concreto. La relación se estableció utilizando una mezcla concreta de 1: 1.71: 2.56, cemento en 404 kg / m² y a/c de 0.52. Esto se utilizó para lanzar vigas de dimensiones 150 x 150 x 500 mm (6 x 6 x 20 in.) curadas durante 90 días en un tanque de curado de agua en condiciones de laboratorio. Los resultados reflejaron el desarrollo de la fuerza del concreto y la fuerte correlación y nivel de importancia observado con las variables (mezcla y edad). Otros resultados determinaron un MOR entre 4.6 a 6.6 MPa; esto fue en el reemplazo óptimo del 10%.

Analizando más propiedades del concreto, Prakash et al. (23) determinaron la capacidad del concreto de resistir compresión, dividiendo la resistencia a la tracción, el módulo de rotura, el módulo de elasticidad y la resistencia al impacto. Los datos recopilados de los experimentos se sometieron a regresión en cuanto a las propiedades obtenidas del concreto. Se desarrollaron ecuaciones empíricas para correlacionar las resistencias a tracción, flexión, compresión y su elasticidad. Se encontró que los hallazgos experimentales estaban de acuerdo con las correlaciones existentes informadas en los estándares y la literatura.

También, Chandrappa & Prapoorna (24) tuvieron como finalidad calcular los niveles y frecuencias de estrés en la vida de fatiga y desarrollar modelos de fatiga utilizando composiciones de concreto en el laboratorio. La degradación de la rigidez y la acumulación afectada por tracción se mostró rápida en la etapa primaria, degradación estable y constante en la fase secundaria y degradación acelerada en la etapa terciaria. Los modelos de fatiga de tenían como bondad de ajuste ($0.65 \leq R^2 \leq 0.85$), que puede usarse para predecir la vida de fatiga del concreto.

Con respecto a diferente geometría en las muestras, Shi & Chen (25) elaboraron las muestras de concreto semicircular y se sometieron a pruebas de flexión estática a diferentes niveles de precarga y luego se cargaron mediante pruebas de flexión dinámica a diferentes velocidades de carga. Según los resultados experimentales, a medida que la velocidad de carga aumenta bajo las mismas precargas aumentan tanto la tenacidad de fractura total como la tenacidad de fractura dinámica. Sin embargo, cuando la velocidad de carga permanece sin

cambios, se produce un aumento de la tenacidad total directamente al aumento de la precarga estática, mientras que la tenacidad a la fractura dinámica disminuye.

Definiendo correlaciones potenciales, Brañez (26) determinó experimentalmente un modelo matemático que establece una relación directa entre las capacidades de recibir fuerzas a compresión y la capacidad flexural de un concreto elaborado con cemento El Puente tipo IP-30, para diseños con resistencias de 180, 210, 280 y 350 Kg/cm², utilizando agregados triturados del Río Guadalquivir en la zona de San Mateo. Al finalizar el estudio, se obtuvo un modelo matemático de tipo potencial, similar al que describe la normativa ACI-318. Esta relación matemática, obtenida de manera experimental para el cemento El Puente tipo IP-30 y los agregados del río Guadalquivir, está validada por la norma ACI-318.

Además, Huertas & Michael (27) en su investigación buscaron determinar cual es la relación entre la capacidad flexural y la capacidad a resistir las fuerzas de compresión que se ejercen en el concreto. Mediante la metodología correlacional lograon determinar un valor K, para lo cual se utilizó la base de la fórmula $MR=K*\sqrt{f_c}$. En laboratorio de realizaron mezclas cuyas resistencias oscilaban entre los 2500 y 5000 PSI utilizando agregados de la zona. El valor de K resultante fue de 2.5.

Con respecto a un análisis correlativo del concreto respecto a sus días de curado, Maluf & Pistilli (28) analizaron para las mezclas normales, a corta edad (3 días de curado), el valor MR se encuentra alrededor del 75 % y para las mezclas gruesas en el orden del 70 % del MR a los 28 días de curado, considerado el 100 %. Para los 7 días de curado, las mezclas normales promedian un 88 % de resistencia y las gruesas 87 % de la resistencia a 28 días (100 %). Según el análisis estadístico realizado, en cuanto a la correlación a un fraguado de 28 días, entre la resistencia a flexotracción y la resistencia a la compresión, resulta $MR = 0,12 * f'_{cm}$.

A nivel nacional, Quispe & Quispe (29) verificó la relación entre las resistencias flexural del concreto, la cual se asume a partir de la ecuación generada por ACI. Mediante la metodología correlacional generó resultados para materiales obtenidos de tres lugares diferentes, Huillque, Huambutio y Pisac. Los resultados generaron que el valor K de la

fórmula de ACI variaba entre 1.97 y 2.12, lo cual el límite inferior del rango ACI no contempla valores inferiores a 1.99.

Mediante una correlación lineal Machaca & Vilavila (30) determinaron el tipo de relación entre el MR y f'_c del concreto. Los resultados indicaron que para el concreto de 210kg/cm² la relación está dada por $MR=0.069f'_c+12.691$, la cual aumentó de acuerdo al f'_c de diseño del concreto, puesto que para concreto 240 kg/cm² la relación fue de $MR=0.1341 f'_c$ y finalmente para el concreto de 280 kg/cm² fue de $MR=0.116f'_c+2.0158$.

En busca de determinar el valor de k, Davila (31) desarrollo 3 moldes de concreto de forma cilíndrica de 150 mm de diámetro y 300m de altura; además el mismo número de vigas con proporciones de ancho de 150mm, espesor de 150mm y largo de 750mm. Teniendo como resultado un valor K de 2.556 en promedio correspondiente a la fórmula establecida por ACI para la relación de la fuerza a la flexión y compresión dada por $MR=k\sqrt{f'_c}$. Concluyendo que es posible predecir el módulo de rotura a partir del f'_c de diseño.

Mediante una variación de relaciones agua – cemento y utilizando agregados gruesos de diferentes características, Aguirre (32) obtuvo un concreto con resistencia $f'_c = 210$ kg/cm². Mediante una metodología correlacional se determina que entre las propiedades existe una relación lineal de $MR = 0.137 * f'_c$. Manteniendo que existe una relación directa entre el f'_c y el MR.

Mediante una relación potencial, Flores & Mendoza (33) analizaron la correlación entre el concreto convencional y su módulo de rotura. Mediante metodología correlacional se obtuvo una relación positiva entre las propiedades del concreto. Los resultados indicaron que un concreto realizado convencionalmente mantiene una relación de $MR = 0.1709(f'_{cr})^{0.9371}$. Asimismo, realizó concretos añadiendo fibras de polipropileno y concretos con adición de fibras metálicas, donde los resultados variaron obteniendo constantes de 0.1403 y 0.4994 con exponentes de 0.9777 y 0.7668, manteniendo la forma de la ecuación establecida.

Para un concreto autocompactante, Cubas & Tafur (34) establecieron una relación entre las propiedades de compresión y flexión. Mediante métodos correlacionales, se

determinó una relación lineal de tipo $y=x*f'c$, donde la constante resultante fue de 0.12; asimismo se determinó otra expresión exponencial denotada por la expresión de $y=x*f'c^{1/2}$, donde la constante resultante fue de 2.48. Los resultados indicaron concordancia con el reglamento brindado por el ACI.

Para el caso de un concreto con adición de FPP, Novoa (35) buscó identificar los relacionar la resistencia flexural con la resistencia a compresión. El concreto con la adición de 7% de FPP determina un resultado de un módulo de rotura (MR) de 44,05 kg/cm² a la edad de 28 días. La correlación resultante entre las propiedades mencionadas es de un K de 0,983. Además, el análisis de las pruebas realizadas respalda los diseños estructurales debido a la similitud entre la relación obtenida y lo considerado por las normas y lineamientos locales.

Utilizando teste de Pull Out Céspedes (36) determina cual es la relación resultante entre las propiedades de resistencia flexural y compresión del concreto. El método se realizó en base correlacional. Los resultados generaron ecuaciones de tipo lineal dado por $MR=9.0514 f'c - 233$, potencial dado por $2.5459 f'c^{1.2021}$ y polinómica dado por $0.0082 fc^2+5.2023f'c+77.891$.

En la ciudad de Chiclayo, Flores & Mendoza (37) analizó las propiedades del concreto en flexión, compresión y tracción indirecta. La metodología fue de tipo correlacional mediante una ecuación lineal y potencial. Los resultados indican que las propiedades mantienen relación, cuya relación fue determinada por $MR=0.058 f'c+29,48$ para la relación lineal y $MR = 2.41(f'c)^{0.513}$ para la relación potencial. Los resultados indican que la correlación existente entre las propiedades mencionadas es positiva.

Asimismo, en la ciudad de Pucallpa, Guerra et al. (38) desarrollo una relación entre las propiedades de resistencia de compresión y módulo de rotura del concreto. La metodología usada fue correlacional donde se obtuvo ecuaciones de correlación. Se analizaron probetas a diferentes edades de fraguado estudiadas. Los resultados se determinaron como ecuación de relación: $y=1.4066 \ln x + 29.314$.

A nivel local, no existen investigaciones que correlacionen el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos en la ciudad de Sullana.

Justificación e importancia del estudio

Como justificación en términos científicos, es importante determinar cómo se comportará mecánicamente el concreto en losas rígidas, lo que permite desarrollar modelos de predicción más precisos de la resistencia estructural de los tableros (39). Permitirá optimizar la mezcla de concreto para pavimentos rígidos.

Como justificación en términos sociales, se reducirá los costos de mantenimiento y reemplazo, beneficiando a la sociedad al reducir el riesgo de accidentes y mejorar la accesibilidad al poder realizar pavimentos rígidos en base a su desempeño como vía transitable. La investigación contribuirá a la creación de empleos y estimulará la economía local al generar demanda de materiales y servicios. La mejora contribuirá a reducir el ruido y la contaminación.

Como justificación en términos económicos, la optimización de la resistencia del concreto para pavimentos rígidos puede reducir los costos, lo que se traduce en ahorros económicos significativos para los constructores y propietarios de infraestructuras (40). La investigación puede ser utilizada para aumentar la eficiencia en la construcción de pavimentos rígidos al reducir el uso de materiales y energía (41). La mejora en la durabilidad de los pavimentos rígidos reducirá los costos de mantenimiento y reemplazo, lo que permitirá asignar recursos a otras infraestructuras críticas.

Como justificación en términos ambientales, la optimización en desarrollar pavimento genera una reducción de los mismos, lo que a su vez reduce la extracción y procesamiento de recursos naturales (42).

La investigación permitirá desarrollar pavimentos rígidos más duraderos, disminuyendo procedimientos de reparación y reemplazos frecuentes, y, por lo tanto, los elementos perjudiciales son disminuidos en los que respectan están asociadas con la construcción.

El incremento en la eficiencia energética en el proceso de producción de concreto para pavimentos rígidos desempeña un papel clave en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático.

Al optimizar el uso de energía en la fabricación del concreto, se disminuye la huella de carbono de la construcción, lo que ayuda a preservar el medio ambiente y promover un desarrollo más sostenible (43).

Como justificación en términos metodológicos, la investigación empleó técnicas de análisis de regresión y correlación para establecer la relación de las propiedades de compresión y flexión, lo que permitirá obtener resultados precisos y confiables.

Se utilizaron métodos estadísticos avanzados para analizar los datos y establecer la correlación entre las variables, lo que permitió identificar patrones y tendencias.

La investigación empleó técnicas de ensayo y experimentación para validar los resultados y asegurar la precisión de los modelos predictivos

1.2. Formulación del problema

¿Se puede determinar una correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos, Sullana, Piura?

1.3. Hipótesis

Si se puede determinar una correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígidos, Sullana, Piura, en base a procedimientos estadísticos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Correlacionar el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto para los pavimentos rígidos en la ciudad de Sullana, Piura.

1.4.2. Objetivos Específicos

Analizar las principales canteras utilizadas en la ciudad de Sullana, Piura.

Determinar la resistencia a la compresión para los concretos elaborados en base a $f'_c=175\text{kg/cm}^2$, 210kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 .

Determinar el módulo de rotura para los concretos elaborados en base a $f'_c=175\text{kg/cm}^2$, 210kg/cm^2 , 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 .

1.4.3. Estudio de canteras:

Según MTC (44), el estudio de canteras es necesario para poder determinar el lugar de donde se extraerá los materiales a considerar en tu proyecto a ejecutar, los cuales deben rendir ciertas condiciones de calidad. Las canteras determinadas para realizar el estudio se basan también en la proximidad que tiene con la obra. La evaluación de las canteras se realiza en base de calicatas en la zona de estudio además de otros procesos como sondeos y/o trincheras (45).

Para la realización del muestreo se basa en el reglamento vigente, para lo cual se realizaron los ensayos según el MTC E 101 que indica que este debe realizarse con un mínimo de 5 exploraciones para áreas que sean menores o iguales a una hectárea.

1.5. Teorías relacionadas al tema

1.5.1. Agregados:

Comprende materiales de origen artificial o natural que tienen diferentes tamaños desde casi imperceptibles hasta piedras de relativo tamaño. Los agregados se suelen utilizar conjuntamente con el cemento para generar concreto, además también compone otras estructuras como las bases granulares para pavimentación, taludes, etc

Niveles de calidad de los agregados

El MVCS (46) indica que la calidad de los agregados debe ser la mejor posible para evitar problemas en la construcción durante su uso posterior.

Clasificación de los agregados

Mehrabi *et al.* (47) considera que una de la clasificación de agregados es el agregado fino. Este tipo de agregado proviene de la descomposición de rocas naturales o artificiales y se caracteriza por pasar por una criba de 3/8 de pulgada y asentarse en un tamiz n° 200.

Agregado: El material atrapado en el tamiz número 4 se clasifica en arena y piedra triturada.

Requisitos de calidad de los agregados

Los agregados deben someterse a una serie de pruebas utilizando materiales locales. Estas pruebas deben ser realizadas por personal capacitado y con el equipo adecuado, el cual está estandarizado para evaluar la calidad del material (48).

Ensayos:

Tabla 1

Ensayos para afirmado

MATERIAL	ENSAYOS
AFIRMADO	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107
	Límite Líquido Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E110
	Límite Plástico Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E111
	Clasificación SUCS ASTM D-2487
	Clasificación de Suelos AASHTO M-145, ASTM D-3282
	Contenido Sales Solubles Totales, MTC E219
	Materia Orgánica en Arena ASTM C-140, MTC E213
	Partículas Chatas y Alargadas ASTM D-4791
	Porcentaje de Caras de Fractura ASTM D-5821, MTC E210

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (49)

Tabla 2

Ensayos para sub-base y base

MATERIAL	ENSAYOS
SUB-BASE	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107
Y BASE	Material que pasa la Malla N° 200 ASTM C-117, MTC E202
	Límite Líquido Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E110
	Límite Plástico Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E111
	Clasificación SUCS ASTM D-2487
	Clasificación de Suelos AASTHO M-145, ASTM D-3282
	Contenido Sales Solubles Totales MTC E219
	Materia Orgánica en Arena ASTM C-140, MTC E213
	Partículas Chatas y Alargadas ASTM D-4791
	Porcentaje de Caras de Fractura ASTM D-5821, MTC E210

Tabla 3

Ensayos para concreto Pórtland

MATERIAL	ENSAYOS
CONCRETO PÓRTLAND	Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107 y MTC E202
	Material que pasa la Malla N° 200 ASTM C-117
	Límite Líquido Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E110
	Límite Plástico Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E111
	Clasificación SUCS ASTM D-2487
	Terrones de Arcilla en los agregados ASTM C-142, MTC E212
	Contenido Sales Solubles Totales MTC - E219 (Agregado Grueso)
	Contenido Sales Solubles Totales MTC - E219 (Agregado Fino)
	Materia Orgánica en Arena ASTM C-140, MTC E213
	Partículas Chatas y Alargadas ASTM D-4791
	Porcentaje de Caras de Fractura ASTM D-5821, MTC E 210
	Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso ASTM C-127, MTCE206
	Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino ASTM C-128, MTC-E205
	Peso Unitario del Agregado Grueso ASTM C-29, MTC-E203
	Peso Unitario del Agregado Fino ASTM C-29, MTC-E203
	Determinación Cuantitativa de Cloruros del Agregado Grueso NTP 339.177
	Determinación Cuantitativa de Cloruros del Agregado Fino NTP 339.177
	Determinación Cuantitativa de Sulfatos del Agregado Grueso NTP 339.178
	Determinación Cuantitativa de Sulfatos del Agregado Fino NTP 339.178
	Carbón y Lignito NTP 400.023, MTC E211

1.5.2. Granulometría

En este proceso, se determina el tamaño de los agregados utilizando siete tamices estandarizados según la norma ASTM 33. La abertura más pequeña se considera el tamaño máximo de la malla, mientras que la abertura más grande denominada como máximo tamaño nominal (47).

Módulo de finura de los agregados

Se calcula sumando los porcentajes recogidos en el tamiz y dividiendo el resultado entre 100. Este índice es útil para estimar las cantidades a utilizar en la mezcla de hormigón (50).

Impurezas de los agregados

Estas son partículas en agregados definidos según ASTM C33. Esta norma define los requisitos y límites permisibles de contaminación para áridos (51).

Peso por unidad de volumen

Este aspecto es fundamental para elegir y manejar los agregados apropiados, ya que está vinculada a la calidad requerida. Este factor ayuda a controlar el a/c que debe mantener el concreto (52).

Humedad

Mohammadjavad et al. (53) afirma que determinar una cantidad controlada de agua en el concreto es importante para tener una mezcla correcta y funcional para ser utilizadas en las estructuras.

1.5.3. Agua

Es el agua utilizada para mezclar el concreto, la cual debe estar adecuada a cantidades exactas que permitan mantener un concreto manejable (54).

Lugeiyamu *et al.* (55) sostienen que el agua utilizada debe ser no alcalina y limpia para evitar daños al concreto y al acero. Además, asegurarse de que la concentración de iones cloruro no supere las 500 ppm y la de iones sulfato no supere las 1000 ppm. El agua cumple dos funciones: se utiliza para mezclar el concreto y procesar estructuras en diversos procesos de construcción, siendo indispensable en la mezcla, en su nueva forma y en el momento de su introducción (56).

Cualquier agua utilizada para el concreto debe estar libre de azúcares y no debe tener elementos extraños que puedan perjudicar el producto final. Este elemento puede penetrar en el concreto endurecido, afectando su durabilidad y resistencia (57).

En caso de no utilizar el agua potable, debe demostrarse un análisis de laboratorio y tienen que ser garantizada por la Supervisión, entre otras, especificadas a más adelante.

Según NTP 339.088, hace referencia los requerimientos de calidad del agua, sin embargo, prioriza el agua potable. Por lo cual la norma establece que puede existir presencia de ciertos elementos, pero tan solo en los rangos determinados según lo siguiente:

Tabla 4

Requisitos de calidad para el agua

Descripción	Límite permisible	
Sólidos en suspensión (residuos insolubles)	5,000 ppm	Máximo
Materia orgánica	3 ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO₃)	1,000 ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO₄)	600 ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl⁻)	1,000 ppm	Máximo
PH	5 a 8	Máximo

Fuente. (58).

1.5.4. El cemento:

Es una materia utilizada para poder junto con el agua, lograr un material que puede endurecerse y tener una propiedad pegajosa, propiedad que está disponible en forma de agua. (59).

Tipos de cemento: según NTP 334.009:2020 (60) tenemos 6 tipos de cementos:

Tipo I: contiene silicato tricálcico (C3S). Se utiliza en obras donde las condiciones climáticas no son extremas.

Tipo II: se usa principalmente en grandes estructuras, como muros de concreto o columnas, para prevenir fisuras o agrietamientos causados por los cambios de temperatura durante el proceso de hidratación.

Tipo III: tiene una alta proporción de silicato tricálcico y una baja cantidad de silicato dicálcico. Está diseñado para acelerar el fraguado y alcanzar rápidamente la resistencia adecuada.

Tipo IV: Empleado principalmente en presas de concreto, este cemento tiene un bajo contenido de silicato tricálcico, lo que provoca una hidratación más lenta. Esto reduce el riesgo de agrietamiento en estructuras masivas.

Tipo V: Este cemento, que contiene cantidades reducidas de aluminato tricálcico, para prevenir la influencia del sulfato. Es ideal para ambientes industriales y alcanza una resistencia rápida después del fraguado.

Tipo MS: Este tipo es resistente a la humedad, salitres y sulfatos, siendo adecuado para estructuras expuestas al agua. Ofrece una resistencia similar al cemento Tipo III, pero con un tiempo de fraguado más prolongado.

Tabla 5

Composición química de los tipos de cemento

Cemento	Composición química (%)							
	C3S	C2S	C3A	C3AF	CaSO4	CaO	MgO	Pérdida
Tipo I	59	15	12	8	2.9	0.8	2.4	1.2
Tipo II	46	29	6-	12	2.8	0.6	3	1
Tipo III	60	12	12-15	8	3.9	1.3	2.6	1.9
Tipo IV	30-35	40-46	5-7	13	2.9	0.3	2.7	1
Tipo V	43	36	4-5	12	2.7	0.4	1.6	1

Fuente: (61)

1.5.5. Concreto:

Es una materia compuesta por arena y grava, mezclados con el agua y cemento. A veces se añaden uno o más aditivos para modificar propiedades específicas del hormigón, como la flexibilidad, la resistencia y el tiempo de endurecimiento (62). El concreto suele ser utilizado en muchas estructuras como: túneles, aceras, puentes, carreteras y calles; También se utiliza en la construcción como tabique o bloque (63).

Tipos de concreto:

Concreto simple:

Es una mezcla de cemento, árido fino, árido grueso y agua, que no contiene refuerzo de o cuyos componentes son inferiores a los requeridos para el concreto armado, ya sea colado

en sitio o prefabricado y que tiene las características propias del concreto como dureza, resistir fuerzas compresoras y pueden ser expuestas al fuego y moho (64).

Concreto estructural:

Es un concreto que tiene funciones o fines estructurales que está conformado por concreto y refuerzo (armadura de acero) o también puede no incluirse el concreto armado, siendo este concreto parte de la estructura en la que se emplea (65).

Concreto armado:

El concreto armado es una estructura en base de concreto a la que se le coloca acero de refuerzo en su interior para poder tener resistencias a la flexo-compresión, siendo que esta resistencia se requiere para estructuras como edificios, puentes, pavimentos etc. Por lo cual un concreto armado se realiza para el trabajo conjunto del concreto con el acero y así poder aumentar sus propiedades aportando las características de ambas estructuras (66).

Tabla 6

Tipos de concreto

Tipo de concreto	Descripción
Concreto simple	Concreto estructural sin refuerzo o con menor cantidad de armadura que el mínimo.
Concreto estructural	Concreto elaborado con fines estructurales, y puede incluirse o no el concreto armado
Concreto reforzado o armado	Concreto estructural que presenta igual o mayor cantidad de la mínima cantidad de acero

Fuente: Norma E.060 (66).

Concreto y sus propiedades:

La resistencia a la compresión del concreto es una de sus propiedades más importantes, y depende de cada uno de los materiales que la componen (67).

La durabilidad se refiere a resistir la degradación causada por factores ambientales y de uso, y es alterada por porosidad, la permeabilidad y la resistencia a la corrosión (68).

La trabajabilidad del concreto se refiere a su capacidad para ser mezclado, transportado y colocado sin sufrir daños o segregación, y es alterada por la consistencia, la cohesión y la estabilidad (67).

La resistencia a la tracción es una medida para determinar las fuerzas de tensión que puede recibir, y se ve afectada por el tipo de cemento utilizado y el a/c y la cantidad de agregados (68).

La conductividad térmica del concreto se refiere a su capacidad para transmitir calor, y se ve afectada por la densidad, la porosidad y el tipo de agregados (68).

1.5.6. Diseño de mezcla:

Es un proceso de proporcionar los componentes que forman parte del concreto, estas proporciones se basan en la normatividad para poder cumplir una mejor trabajabilidad, resistencia y tenacidad. Una de las consideraciones para obtener el concreto es la cantidad de agua y cemento empleada, además se determina el tamaño máximo que deben tener las partículas, el contenido de aire y todos los requerimientos mínimos de propiedades tanto en un concreto fresco como duro. Los diseños de mezcla se basan en los requerimientos de la obra, ya sea que se pidan con una resistencia determinada o para un tipo de obra en específico, de esto dependerá si se utiliza mayor material fino, o grueso o quizás emplear algún tipo de aditivo (69).

El método ACI es un método utilizado para realizar mediciones y obtener las cantidades determinadas para realizar concreto. La función principal es medir la cantidad de peso y volumen de agregados como cemento, agua y arena (66).

1.5.7. Resistencia a la compresión:

Está desarrollada por la carga axial utilizada o soportada por la estructura, esta resistencia se determina a los 28 días. Se mide en unidades de kg/cm^2 y sigue las reglas de ASTM C39. Esta propiedad determina el área transversal promedio soportada por la muestra durante el ensayo. La calidad se por poder soportar cargas en un área determinada, expresada en términos de peso, cuyas unidades se pueden expresar en kg/cm^2 , MPa, libras y (a veces) pulgadas cuadradas (70).

1.5.8. Resistencia a la flexión:

Propiedad básica que determina su capacidad para soportar cargas que intentan doblar la estructura. Esta función es indispensable en la elaboración de construcciones que están sometidas a cargas externas que pueden provocar flexión como por ejemplo los puentes. La resistencia a la tracción del concreto depende de varios factores, incluida la composición, el tamaño y distribución de los agregados, utilización de cemento en proporciones y el endurecimiento y revenido del hormigón. En general, el concreto con mayor resistencia a la compresión tiene una mayor resistencia a la tracción. Sin embargo, la presencia de defectos o imperfecciones en el concreto como grietas o porosidad pueden afectar la resistencia a la tracción. Para medir la resistencia a la flexión se realiza pruebas que implican aplicar una tensión creciente a una muestra de material hasta que falle. La resistencia a la tracción generalmente se expresa como la tensión máxima que el concreto puede soportar sin agrietarse y se mide en unidades de presión como libras por pulgada cuadrada (psi) y megapascuales (MPa). Los diseñadores de pavimentos utilizan el concepto de resistencia a la compresión, por lo que se requiere un diseño integrado realizado con pruebas de resistencia de la roca, o se puede seleccionar un contenido específico de materiales cementosos. El campo de error también se utiliza para control y aprobación de campo. Las empresas y compañías que no utilizan la resistencia del concreto para la inspección de campo pueden considerar necesario y confiable usar la resistencia flexural del concreto (70).

1.5.9. Pavimento Rígido:

Los pavimentos rígidos son una solución efectiva para superficies de tráfico intenso, ofreciendo una combinación de resistencia, durabilidad y seguridad. Estos pavimentos están diseñados para soportar cargas pesadas y resistir la deformación y el desgaste, lo que los hace ideales para carreteras, aeropuertos, puertos y otras aplicaciones que requieren una superficie de rodadura segura y duradera (71).

La principal ventaja de los pavimentos rígidos es su alta resistencia, lo que les permite soportar cargas pesadas sin deformarse. Esto se logra gracias a la utilización de concreto de alta resistencia y a la correcta dosificación de los materiales. Además, los pavimentos rígidos los cuales tienen una duración que oscila entre 20 y 30 años, lo que los hace una inversión a largo plazo que proporciona una superficie de rodadura segura y estable para vehículos y peatones (72).

Otra ventaja importante de los pavimentos rígidos es que requieren muy poco mantenimiento. A diferencia de los pavimentos flexibles, que necesitan ser sellados y repavimentados con frecuencia, los pavimentos rígidos solo necesitan ser inspeccionados y reparados ocasionalmente. Esto reduce los costos a largo plazo y minimiza las interrupciones en el tráfico (73).

Además, los pavimentos rígidos ofrecen una superficie de rodadura segura y estable para vehículos y peatones. La texturización y coloración de la superficie pueden ser personalizados para adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto. También pueden ser diseñados para drenar agua, lo que reduce el riesgo de hidroplaneo y mejora la seguridad (74).

En cuanto a las aplicaciones, los pavimentos rígidos son ideales para carreteras, aeropuertos, puertos, patios de contenedores, áreas de estacionamiento y otras superficies de tráfico intenso. También pueden ser utilizados en áreas urbanas, como calles y avenidas, donde la seguridad y la durabilidad son fundamentales (75).

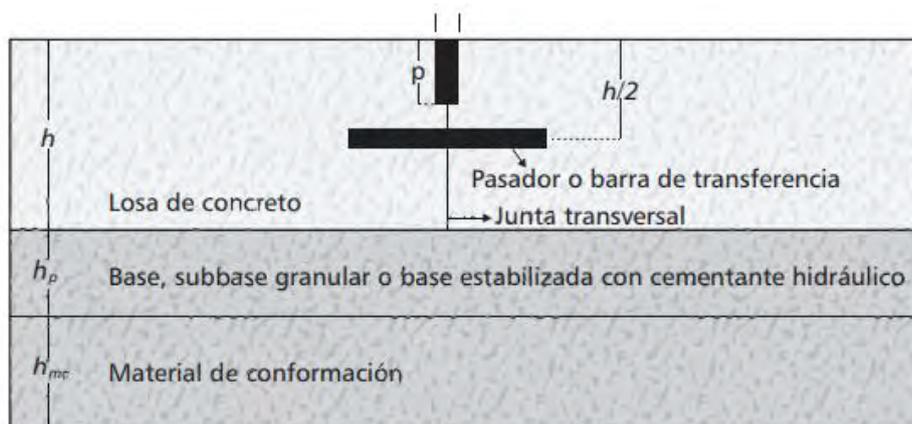
Las gravas y arenas utilizadas en la construcción de pavimentos rígidos pueden ser de diferentes tipos y orígenes, siempre con el cumplimiento de las especificaciones técnicas para cada proyecto. Estos requisitos pueden variar dependiendo de las condiciones de carga del pavimento, como la intensidad del tráfico, el peso de los vehículos y las condiciones climáticas. Los materiales naturales, que finalmente sirven de agregados, pueden ser utilizados si cumplen con los requisitos establecidos. También pueden ser utilizados productos de trituración, como el agregado de concreto reciclado, siempre que cumplan con las exigencias de tamaños, dureza y pureza o inexistencia de materiales perjudiciales. La selección de los materiales adecuados es crítica para garantizar la durabilidad y la seguridad del pavimento. Por lo tanto, es fundamental realizar pruebas que determinen las propiedades de los materiales y asegurarse de que cumplan con los requisitos establecidos (76).

Elementos que conforman un pavimento rígido:

Perfil:

Figura 1

Estructura de losa de concreto para pavimentos rígidos



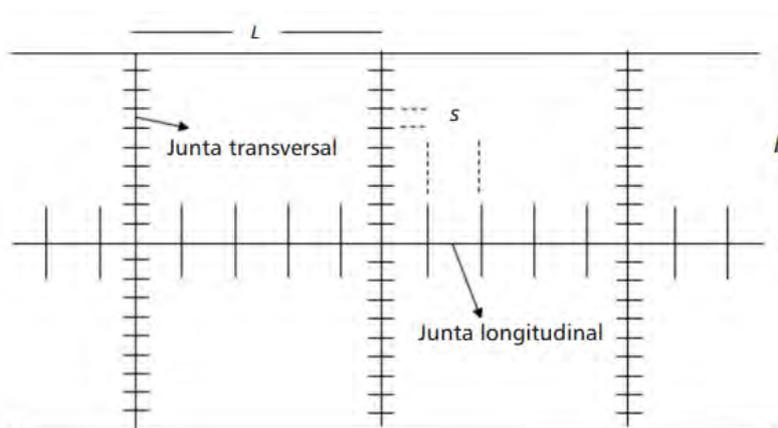
Fuente: (61)

La figura 3 representa la vista de la estructura de un pavimento rígido de 2 carriles, donde p es la profundidad del sello, h es la altura o espesor del concreto, h_p es el espesor de la base, subbase granular que oscila entre 12 y 30 cm, siendo el más general de 15cm; para concreto hidráulico este espesor es entre 10 y 25cm.

Juntas y barras de acero:

Figura 2

Vista de planta de distribución de acero en el pavimento rígido.



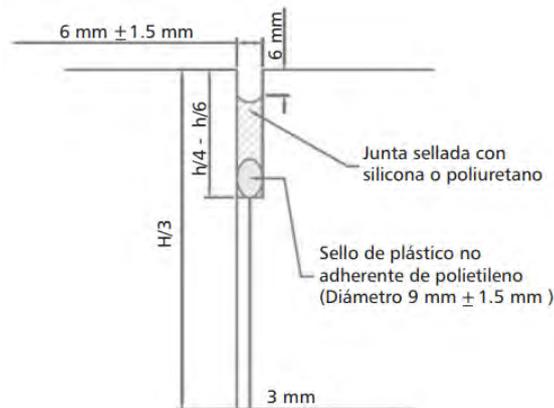
Fuente: (61)

Las juntas de construcción son aquellas que se crean durante el proceso de construcción, como las juntas entre secciones de concreto colocadas en diferentes momentos o las juntas alrededor de obstáculos como tuberías o cables. Las juntas de control están diseñadas para controlar los agrietamientos causados por fenómenos térmicos, contracción y alabeo, y se colocan a intervalos regulares para permitir que el concreto se contraiga y se expanda sin

agrietarse. Por último, las juntas de expansión o aislamiento están diseñadas para permitir el movimiento entre diferentes secciones de concreto o entre el concreto y estructuras adyacentes, como muros o pavimentos, para evitar daños causados por movimientos diferenciales o expansión térmica.

Figura 3

Vista de perfil de junta de pavimento rígido



Fuente: (61)

Fallas en pavimentos rígidos:

Los daños más comunes en los pavimentos rígidos se causan por fatiga por carga y la erosión. Al generarse la aplicación de la carga en el pavimento y este está compuesto por capas granulares no tratadas ocurre la fatiga. En casos de losas de concretos que se encuentran apoyados en granulares estabilizados este fenómeno al interior del mismo.

Tabla 7

Deterioros o fallas de los pavimentos de concreto hidráulico

Código	Deterioros/fallas
1	Desnivel entre losas
2	Fisuras Longitudinales
3	Fisuras Transversales
4	Fisuras de esquina
5	Fisuras Oblicuas
6	Reparaciones o Parchados
7	Despostillamiento de juntas
8	Desprendimiento
9	Baches (Huecos)
10	Tratamiento superficial

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (77).

1.5.10. Definición de términos:

Concreto: Mezcla de cemento, agregados y agua (78).

Agua: Agua que cumple con los requisitos de calidad para ser utilizada en la elaboración de concreto, incluyendo limitaciones en contenido de sulfatos, cloruros, y otras sustancias que puedan afectar la calidad del concreto (79).

Aire: Refiere al aire en contacto con el material antes y después de su colocación y compactación. (79).

Aditivos: sustancias elaboradas para añadir a la mezcla del concreto y modificar sus propiedades y mejorar su desempeño (79).

Flexión: Deformación longitudinal del material (80).

Fraguado: Proceso de endurecimiento del concreto (81).

Fraguar: Proceso químico entre el cemento y agregados con contacto del agua y aire (62).

Granulometría: clasificación de un producto según el porcentaje de partículas de diferentes tamaños que contiene (81).

Impermeabilidad: La capacidad de resistir con éxito el paso del agua (69).

Permeabilidad: Propiedad de un recubrimiento para permitir el paso de líquido sin cambiar su estructura interna (62).

Resistencia a la abrasión: propiedad para evitar el desgaste superficial de los materiales o las estructuras (82).

Resistencia a la compresión: Resistencia máxima del material para soportar cargas sin romperse (82).

Resistencia a la flexión: propiedad de un material que soporta el esfuerzo de flexión sin romperse o alcanzar su límite elástico (81).

Resistencia al impacto: es la capacidad máxima del material para resistir el impacto sin romperse (82).

Escoria de acero: Por su composición química y propiedades técnicas, se puede reutilizar como materia prima en plantas siderúrgicas y puede servir como sustituto de agregados en ingeniería civil (83).

Acero: Composición de hierro y un 0.03% a 1.075% de carbono; material predominante para las construcciones (84).

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

Tipo de investigación cuantitativa, ya que se enfoca en analizar y medir la relación entre dos variables numéricas. La investigación cuantitativa busca establecer patrones y relaciones entre variables mediante el uso de métodos estadísticos y matemáticos (85).

2.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es un diseño correlacional, ya que se busca identificar la relación entre las dos variables mencionadas. Este diseño permite analizar cómo se relacionan las variables y en qué dirección se establecen para ayudar a predecir el comportamiento del concreto en pavimentos rígidos (86). El diseño correlacional se utiliza para identificar la relación entre dos o más variables, sin manipular las variables independientes (87).

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable Dependiente

Módulo de rotura del concreto.

2.2.2. Variable Independiente

Resistencia a la compresión del concreto.

2.2.3. Operacionalización

Tabla 8

Variable Dependiente

V.D.	Dimensiones	Indicadores	Sub Indicadores	Índices	Técnicas- recolección de datos	Instrumentos – recolección de datos	Instrumentos de medición
Módulo de Rotura del Concreto	Concreto con resistencia $f'c=175, 210, 280$ y 350 kg/cm^2	Prop. mecánicas	Diseño de mezcla Resist. – flexión	kg/cm^2	Observación directa	Formatos de laboratorio Base de datos: Spss Excel	Equipo a flexión

Tabla 9

Variable Independiente

V.I.	Dimensiones	Indicadores	Sub Indicadores	Índices	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos	Instrumentos de medición
Resistencia a la compresión del concreto	Ensayo a los agregados	% H	Agregado grueso Portland	%	Observación directa	Base de datos: Excel Spss	Probeta, Balanza, horno, taras, cucharón, secadora, molde cilíndrico, agua destilada, tamices, martillo de goma, varilla lisa, wincha.
			Peso húmedo y seco	Mm			
		Granulometría	Módulo de fineza, tamaño máximo y TMN	kg/m ³			
			PUS y PUC	Peso, volumen			
		P.E.	Peso, volumen, Peso seco	%			
		% A	Asentamiento	Pulgadas (")			
	El concreto	Agregados Cemento Propiedades del concreto fresco	Diseño de mezcla	PU	Gramos (gr)	Formatos de laboratorio	
				Contenido de aire	Volumen (m ³)		
			Diseño de mezcla	kilogramo (kg)			

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

La población corresponde a los concretos referentes a $f'c=175$ kg/cm², $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm² y $f'c=350$ kg/cm², que se a partir de los materiales ofrecidos en las diferentes canteras de la ciudad de Sullana.

2.3.2. Muestra

La muestra corresponde de acuerdo a lo determinado a continuación:

Tabla 10

Muestra de investigación

Especímenes		Resist. Compresión			Resist. Flexión (Módulo de rotura)		
Probetas curadas		7	14	28	7	14	28
Diseño	F'c=175 kg/cm ²	10	10	10	10	10	10
	F'c=210 kg/cm ²	10	10	10	10	10	10
	F'c=280 kg/cm ²	10	10	10	10	10	10
	F'c=350 kg/cm ²	10	10	10	10	10	10

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, autenticidad y veracidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa: Evaluar variables según su categoría.

Experimentos: Manipular las variables en diferentes pruebas para observar su comportamiento.

Análisis de contenido: Interpretar los datos recopilados y compararlos con las normas establecidas en el RNE.

2.4.2. Autenticidad y veracidad

Se utilizarán las diversas NTP y EG 2013 - MTC para garantizar la autenticidad y veracidad, ya que estas normas establecen especificaciones precisas para la realización de ensayos de laboratorio, asegurando resultados fiables según el MTC.

2.5. Métodos de estudio de datos

Ensayo de materiales:

ASTM C-136. Análisis granulométrico por tamizado.

MTC E-202. Material que pasa N°200.

MTC E-114. Equivalente de arena.

MTC E-203. Peso unitario varillado de los agregados.

MTC E-114. Gravedad específica y absorción de los agregados.

MTC E-207. Ensayo de Abrasión

MTC E-210. Determinación de partículas chatas y alargadas.

MTC E-210. Determinación de caras fracturadas.

Diseño de mezcla.

Ensayo a compresión:

ASTM C-39. Ensayo de compresión simple.

Ensayo a flexión:

ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709. Resistencia a la flexión del concreto, método de la viga simple cargada en los tercios de la luz.

2.6. Criterios Éticos

Ética de la recolección de datos:

Se obtuvieron muestras de concreto de manera aleatoria y representativa.

Se midieron las propiedades del concreto con instrumentos calibrados y precisos.

Se registraron y almacenaron los datos de manera segura y organizada.

Se obtuvo consentimiento informado de los propietarios de las muestras (si corresponde).

Ética de la publicación:

Se citaron fuentes y referencias adecuadamente en la bibliografía.

Se presentaron los resultados de manera clara y transparente.

Se discutieron las limitaciones y posibles sesgos en la investigación.

Se acreditó la contribución de otros investigadores y fuentes.

Ética de la aplicación:

Se consideraron las implicaciones prácticas de la correlación encontrada.

Se discutieron las posibles aplicaciones en la ingeniería civil y construcción.

Se evaluaron los posibles impactos en la seguridad y durabilidad de las estructuras.

Código de ética de la profesión:

Se cumplieron con las normas y estándares técnicos para la medición y ensayo de materiales.

Se mantuvo la objetividad e imparcialidad en la interpretación de los resultados.

Se respetaron las regulaciones y leyes aplicables en la investigación y publicación.

Asimismo, se mantuvo como guía el reglamento de la Universidad Señor de Sipán.

2.7. Criterios de Rigor Científico

Objetividad: La investigación se basa en datos y observaciones objetivas, sin sesgos ni influencias personales.

Precisión: Los instrumentos y métodos utilizados para medir son precisos y calibrados.

Fiabilidad: Los resultados son consistentes y reproducibles, lo que demuestra la fiabilidad de la investigación.

Validación: Los resultados se validan mediante la comparación con estudios previos y la aplicación de técnicas estadísticas.

Control de variables: Se controlan las variables que podrían influir en los resultados, como la temperatura, humedad y composición del concreto.

Muestreo aleatorio: Las muestras de concreto se seleccionan de manera aleatoria para representar la población estudiada.

Análisis estadístico: Se aplican técnicas estadísticas adecuadas para analizar los datos y establecer la correlación entre las variables.

Transparencia: Se presentan los métodos, resultados y limitaciones de la investigación de manera clara y transparente.

Revisión por pares: Se rige la investigación a múltiples revisiones por expertos en su materia.

Cumplimiento de normas: Se cumplen con las normas y estándares técnicos relevantes para la investigación en ingeniería civil.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados:

3.1.1. Análisis de canteras:

Se identificaron fuentes de suministro de materiales para construcción a lo largo del área de investigación, donde se encontraron depósitos de materiales aluviales y coluviales adecuados para su extracción. Se tomaron muestras de estos materiales y fueron analizadas en laboratorio, con el objetivo de evaluar su idoneidad para su uso en varios proyectos de pavimentación en la ciudad de Sullana - Piura.

Se han determinado 03 (tres) fuentes de materiales como canteras en el tramo, las mismas que se detallan:

Tabla 11

Canteras analizadas

CANTERA	UBICACIÓN	COORDENADAS	MATERIALES
PAMPA BONITA	A 11,4 Km de Sullana, Carretera Sullana - Paita	522940.20 m E 9457609.21 m S	Agregado grueso y fino
MALINGAS	A 63,7 Km de Sullana, Carretera Sullana-Tambo Grande - Malingas	586039.58 m E 9451410.25 m S	Agregado grueso y fino
SANTA CRUZ	A 16,5 Km. de Sullana, Antigua Carretera a la Tina	542477.26 m E 9466776.87 m S	Agregado grueso y fino

Se realiza los ensayos de laboratorio pertinentes para poder analizar la calidad de los materiales.

Tabla 12

Resumen de ensayos de agregados de las canteras investigadas:

AGREGADO FINO							
CANTERA	Módulo de Fineza	Material que pasa N°200 (Max 3%)	Equivalente de arena	Peso Unitario Suelto	Peso Unitario Compactado	Gravedad específica	% Absorción
Pampa Bonita	2,56	1,25	79	1,628	1,756	2,668	1,174
Malingas	2,96	1,25	81	1,630	1,756	2,686	1,578
Santa Cruz	3,03	0,99	82	1,630	1,762	2,697	1,775

AGREGADO GRUESO								
CANTERA	Módulo de Fineza	P.U. Suelto	P.U. Compactado	Ensayo de Abrasión	Gravedad específica	%Absorción	% Chatas y Alargadas	% Caras fracturadas
Pampa Bonita	7,09	1,494	1,696	16,9	2,832	0,439	8,8	78
Malingas	6,3	1,491	1,614	15,3	2,744	0,793	9,6	77
Santa Cruz	6,35	1,493	1,616	14,9	2,71	0,562	7,8	77,7

Las canteras cercanas disponibles poseen agregados que cumplen con los requisitos para pavimentos rígidos. Asimismo, mediante un análisis de proyectos elaborados en la zona y la distancia que se encuentran las canteras a la ciudad de Sullana se determinó utilizar la cantera de Pampa Bonita.

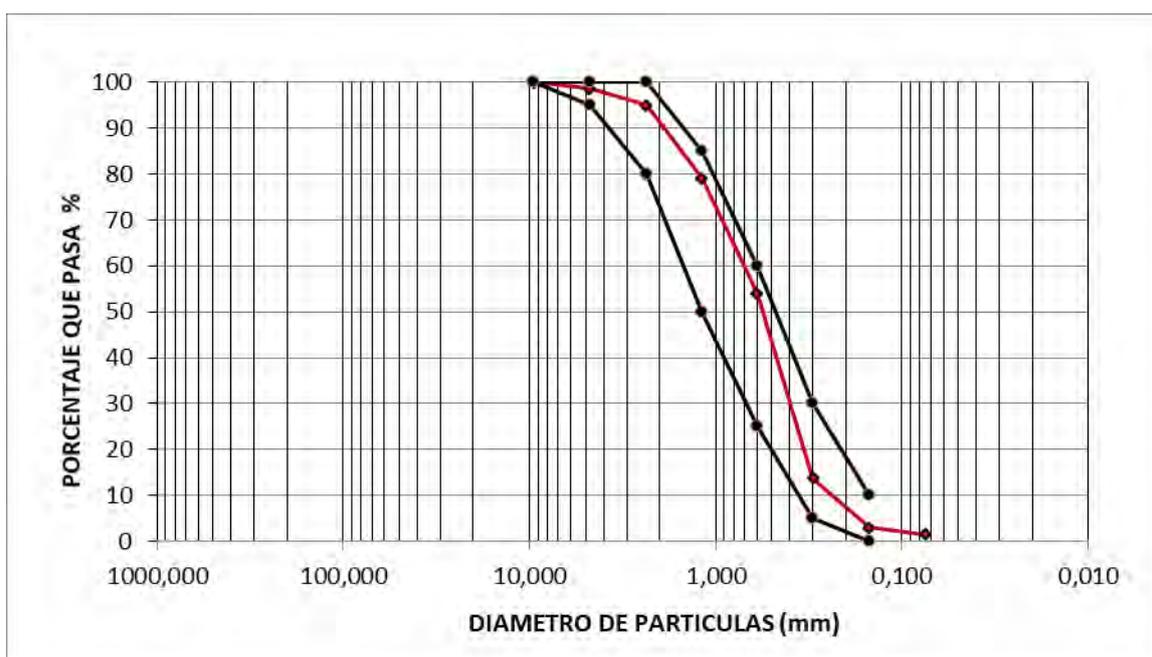
3.1.2. Análisis de Cantera seleccionada “Pampa Bonita”

3.1.2.1. Análisis granulométrico:

Se realizó análisis granulométrico de los agregados, obtenidos de Pampa bonita ubicado a 11,4 km de la ciudad de Sullana. Los resultados de análisis determinan los límites establecidos por el manual EG-2013 los cuales se graficaron en las curvas granulométricas obtenidas.

Figura 4

Curva Granulométrica de agregado fino

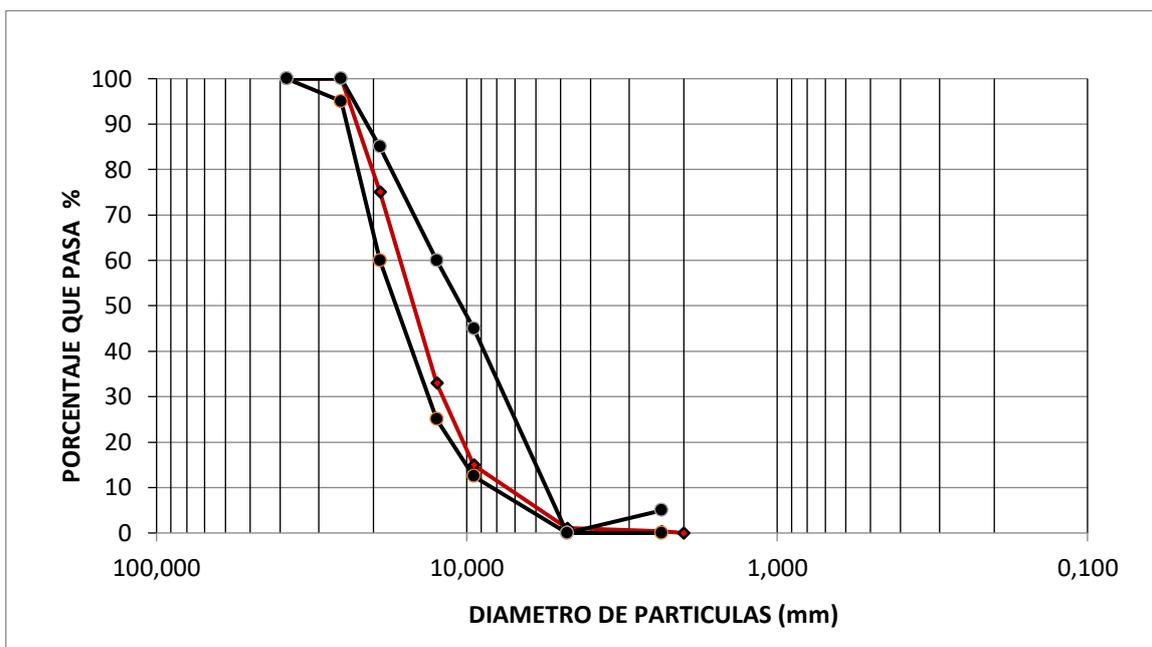


(Elaboración Propia)

El rango de resultados genera una curva granulométrica que se establece en los parámetros requeridos, confirmando que granulométricamente el agregado fino cumple con el reglamento vigente.

Figura 5

Curva granulométrica de agregado grueso



Fuente: (Elaboración Propia)

De acuerdo al estudio granulométrico del espesor del agregado se consideró un tamaño de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Considerando las diferentes características de este material, la muestra se realizó según los criterios marcados en la norma EG-2013.

3.1.2.2. Material que pasa N°200:

Tabla 13

Material que pasa tamiz N°200

TARA	PESO INICIAL SECO gr	PESO DESPUÉS DEL LAVADO gr	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN	CONDICIÓN
1	500	494,1	1,2	Máx 3%	CUMPLE
2	500	493,7	1,3		CUMPLE

Este material corresponde a 1,25% en promedio, lo cual es menor al 3% permitido, por lo cual el material elegido cumple con las especificaciones solicitadas.

3.1.2.3. Equivalente de arena:

Tabla 14

Equivalente de arena.

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	mm	4,76	4,76	4,76		
Hora de entrada a saturación		10:35	10:37	10:39		
Hora de salida de saturación (más 10")		10:45	10:47	10:49		
Hora de entrada a decantación		10:47	10:49	10:51		
Hora de salida de decantación (más 20")		11:07	11:09	11:11		
Altura máxima de material fino	pulg	3,7	3,6	3,5		
Altura máxima de la arena	pulg	2,9	2,8	2,8		
Equivalente de Arena	%	78	78	80		79

El equivalente de arena obtenido de la cantera Pampa Bonita fue de un 79% en promedio, lo cual resulta adecuado según las especificaciones establecidas.

3.1.2.4. Peso unitario:

Tabla 15

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO FINO)						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9470	9462	9480		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3440	3432	3450		
Volumen	cm ³	2113	2113	2113		
Peso de la muestra	gr	1,628	1,624	1,633		
Peso unitario suelto	gr/cm ³					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					

Peso unitario suelto	gr/cm ³	1,628	1,624	1,633	1,628	
PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO FINO)						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9745	9750	9724		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3715	3720	3694		
Volumen	cm ³	2113	2113	2113		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1,758	1,761	1,748		
CONTENIDO DE HUMEDAD gr/cm ³						
Peso de tara						
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	gr					
Peso unitario compactado seco	gr/cm ³	1,758	1,761	1,748	1,756	

El peso unitario suelto refleja la densidad del material en su estado natural, sin ningún tipo de compactación, por lo cual el agregado fino extraído tiene un peso unitario suelto en promedio de 1,628 gr/cm³; por otro lado el peso unitario compactado indica la densidad máxima que el agregado fino puede alcanzar bajo condiciones de compactación controladas, lo que es crucial para garantizar una buena resistencia y estabilidad en la obra, por lo que el material obtenido tiene un peso unitario compactado de 1,756 gr/cm³.

Tabla 16

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO GRUESO)						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	19214	19224	19249		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	14370	14380	14405		
Volumen	cm ³	9630	9630	9630		
Peso de la muestra	gr	1,492	1,493	1,496		
Peso unitario suelto	gr/cm ³					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					

Contenido de humedad	%					
Peso unitario suelto	gr/cm ³	1,492	1,493	1,496	1,494	
PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO GRUESO)						
	DETALLE	IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	20431	20411	20389		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	15587	15567	15545		
Volumen	cm ³	9630	9630	9630		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1,619	1,617	1,614		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr/cm ³					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	gr					
Peso unitario compactado seco	gr/cm ³	1,619	1,617	1,614	1,616	

Este ensayo es esencial asegurar que las mezclas de concreto cumplan con los requisitos de resistencia y durabilidad necesarios para resistir cargas y condiciones ambientales adversas, por lo que el agregado grueso obtenido tiene como peso unitario suelto de 1,494 gr/cm³ y peso unitario compactado de 1,616 gr/cm³.

3.1.2.5. Gravedad específica y absorción de los agregados:

Tabla 17

Gravedad específica y absorción del agregado fino

A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	500	500	
B	Peso Frasco + agua	638,3	639,1	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1138,3	1139,1	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	947,5	947,8	
E	Vol. de masa + vol. de vacío= C-D (gr)	190,8	191,3	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	494,5	493,9	
G	Vol. de masa= E-(A-F) (gr)	185,3	185,2	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) =F/E	2,592	2,582	2,587
	Pe bulk (Base saturada) =A/E	2,621	2,614	2,618
	Pe aparente (Base seca) =F/G	2,669	2,667	2,668
	% de absorción= ((A-F) /F) *100	1,112	1,235	1,174

Esta relación es la propiedad entre la densidad del agua y la densidad de este material, lo que proporciona información sobre su peso en relación con el agua, tiene una gravedad específica

de 2,668, lo cual se encuentra en el rango aceptado. Asimismo, el % de absorción es de 1,174, lo indica la necesidad de agua en la mezcla usando este material, siendo que en este caso es baja.

Tabla 18

Gravedad específica y absorción del agregado grueso

A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	1500,7	1524,4	
B	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Agua) (gr)	967	981,1	
C	Vol. de masa + vol de vacío= A-B (gr)	533,7	543,3	
D	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	1493,7	1518,2	
E	Vol. de masa= C-(A-D) (gr)	526,7	537,1	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) =D/C	2,799	2,794	2,797
	Pe bulk (Base saturada) =A/C	2,812	2,806	2,809
	Pe aparente (Base seca) =D/E	2,836	2,827	2,832
	% de absorción= ((A-D) /D*100)	0,469	0,408	0,439

Respecto a la gravedad específica se obtuvo un valor de 2,832, lo cual se encuentra en el rango aceptable entre 2,5 y 2,9.

Una baja absorción es deseable, ya que reduce la cantidad de agua que se debe agregar a la mezcla de concreto, lo que ayuda a mantener la relación a/c adecuada y mejora las propiedades del mismo. Siendo el caso que el porcentaje de absorción del agregado grueso obtenido es de 0,439, lo que indica que no existe necesidad de cantidad elevada de agua.

Tabla 19

Ensayo de abrasión

TAMIZ		GRADACIÓN
3"	2 1/2"	
2 1/2"	2"	
2"	1 1/2"	
1 1/2"	1"	
1"	3/4"	
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2501
3/8"	1/4"	
1/4"	N°4	
PESO TOTAL		5001
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12		4156
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		845
N° DE ESFERAS		11

Al aplicar el ensayo de abrasión, se determinó que es del 16,9%, por lo cual indica que el material posee condiciones adecuadas para elaborar concreto para pavimentos, esto teniendo en cuenta que fue expuesta a un N° de esferas de 11.

3.1.2.6. Determinación de partículas chatas y alargadas:

Tabla 20

Partículas chatas y alargadas

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	%RET	%PASA	PESO	%	% CORREGIDO	PESO	%	%CORREGIDO
pulg	mm									
3"	76,2									
2"	50,8									
1 1/2"	38,1									
1"	25,4			100						
3/4"	19,05	1805	29,3	70,7	94,7	5,2	1,5	47,4	2,6	0,8
1/2"	12,7	3048	49,5	21,2	186,2	6,1	3,0	93,1	3,1	1,5
3/8"	8,75	1308	21,2	0,0	82,3	6,3	1,3	41,2	3,2	0,7
TOTAL		6159	100		363,2		5,9	181,7		3,0
PESO TOTAL DE LA MUESTRA			gr	6159						
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS			%	8,8						

La determinación de esta forma de las partículas que corresponde el 8,8% de este, indica que los agregados poseen baja cantidad de partículas chatas y alargadas, lo que corresponde que el material posee formas ideales para ser aplicado en los pavimentos.

PORCENTAJE CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS: TOTAL E= 78.0%

3.1.2.7. Determinación de caras fracturadas:

El porcentaje de 78% de material con dos o más caras fracturadas y del 90% con al menos una cara fracturada, indica que tiene la forma deseable para proporcionar una mayor adherencia entre las partículas del agregado y la matriz de cemento, lo que mejora las propiedades del concreto.

Tabla 21

Porcentaje con dos o más caras fracturadas

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ	(g)	(g)	((B/A) *100)		C*D
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1805	1383,8	76,7	24,9	1908,8
3/4"	1/2"	3048	2426,4	79,6	42,1	3351,6
1/2"	3/8"	1306	995,2	76,2	18	1371,6
TOTAL		6159			85,00	6632,02

3.1.2.8. Calidad de los agregados:**Tabla 22**

Calidad de los agregados finos

TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (CL) - %	NTP - 400.042	0,0032
Sulfatos (SO ₄) - %	NTP - 400.042	0,0056
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Alkalís - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznales - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.
Azul de Metileno - (mg/g)	AASHTO - TP 57	3
Color más Oscuro Permissible	MTC E-213/NTP - 400.024	IGUAL A MUESTRA PATRÓN

Los agregados finos tienen una baja concentración de cloruros y sulfatos, lo que indica que no habría peligro de dañar el acero de refuerzo. El factor asegura que el material será duradero. Por su parte, no hay partículas livianas, lo que resulta ser positivo al ser utilizado en el concreto.

Se determinó también que el material es no reactivo en la prueba de reactividad a los álcalis. Igualmente, no tiene terrones de arcilla ni partículas desintegrables. Tampoco hay altas concentraciones de materiales orgánicos ni cualquier contaminante, según el color más oscuro permitido.

Tabla 23

Calidad de los agregados gruesos

TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (CL) - %	NTP - 400.042	0,0022
Sulfatos (SO ₄) - %	NTP - 400.042	0,0036
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Álcalis - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznales - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.

Los agregados gruesos también demostraron tener una alta calidad para su empleo en concreto. Este tipo de agregado presentó bajas cantidades de cloruros y sulfatos, carecía de partículas livianas, no exhibió reactividad a los álcalis y estaba libre de terrones de arcilla o partículas que pudieran desintegrarse.

3.1.3. Diseños de mezcla:

3.1.3.1. Diseño de mezcla para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 24Requerimientos para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

REQUERIMIENTO			
IMPERMEABILIDAD	CLASE DE CONCRETO	f_c	175
RESISTENCIA A CONGELACION	RESISTENCIA REQUERIDA (Kg/cm^2)		175
RES. A SALES (CONGELADO - DECONGELADO)	CONSISTENCIA		
RESISTENCIA A INFLUENCIAS QUIMICAS	SLUMP (PLG)		2.5" a 3.0"
CONCRETO SUPERFICIES LIMPIAS	CANTIDAD DE CEMENTO (kg/m^3)		300,00
CONCRETO BOMBEADO	RELACION DE AGUA CEMENTO (W/C)		0,70
RESISTENCIA PRECOZ	TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO (mm:)		31,750
CONCRETO BAJO t° DE HIDRATACION	CONTENIDO DE AIRE (VOL. %)		1,50
FABRICA DE CEMENTO	PACASMAYO	CANTIDAD DE CEMENTO (BOLSAS)	7,06
CLASE DE RESISTENCIA	AGREGADO		

1 - 3

Tabla 25Composición de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

COMPOSICIÓN DE CONCRETO				
		DENSIDAD	VOL. DE COMPONENTES	VOLUMEN DE 1 m ³
RELACION AGUA - CEMENTO (W/C)	0,70	kg/dm ³	DE 1 m ³ (dm ³)	DE CONCRETO (dm ³)
CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA (kg/m ³)	210,00	1000	0,210	1
CANTIDAD DE CEMENTO REQUERIDO (kg/m ³)	300,00	3150	0,095	SLUMP (LOGRADO)
CANTIDAD DE AIRE (VOL. %)	1,50	100	0,015	3.2"
INGREDIENTE DE ADITIVO (lit.)	0,00	0	0,000	
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	0,00			
			0,320	

Tabla 26Agregado total para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

AGREGADO TOTAL (dm ³ /m ³)										0,680
COMPOSICION POR 1 m ³					COMPOSICION 1 m ³ - CORREGIDA					
FRACCIÓN	%	VOLUMEN DE FRACCIONES (dm ³)	PESO ESP. TOTAL (kg/dm ³)	P. TOTAL DE AGREG. SECO (kg)	P. TOTAL CORREGIDO HUM. (kg)	CORRECCION DE HUMEDAD Y ABSORCION				
						HUMEDAD (%)	ABSORCION (%)	CORRECCION ION (%)	CORRECCION ION (Lit.)	
ARENA	40,0	0,27	2617	711,57	736,48	3,50	1,17	2,33	-16,58	
PIEDRA 67	15,0	0,10	2809	286,42	289,63	1,12	0,51	0,61	-1,75	
PIEDRA 56	45,0	0,31	2809	859,25	867,85	1,00	0,44	0,56	-4,81	
				1857,25	1893,95				-23,14	

Tabla 27Pruebas previstas para concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

	Nº DE FRACCIONES	PESO TOTAL	PESO P. PREVISTAS
ARENA	1	711,57	27,12
1"	2	286,42	10,92
3/4"	3	859,25	32,75
CEMENTO		300,00	11,43
AGUA		186,86	7,12
ADITIVOS		0,00	0,00

3.1.3.2. Diseño de mezcla para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 28

Requerimientos para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

REQUERIMIENTO			
IMPERMEABILIDAD	CLASE DE CONCRETO	f_c	210
RESISTENCIA A CONGELACION	RESISTENCIA REQUERIDA (Kg/cm^2)		210
RES. A SALES (CONGELADO - DECONGELADO)	CONSISTENCIA		
RESISTENCIA A INFLUENCIAS QUIMICAS	SLUMP (PLG)		2.5" a 3.0"
CONCRETO SUPERFICIES LIMPIAS	CANTIDAD DE CEMENTO (kg/m^3)		340,00
CONCRETO BOMBEADO	RELACION DE AGUA CEMENTO (W/C)		0,60
RESISTENCIA PRECOZ	TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO (mm.)		31,750
CONCRETO BAJO t° DE HIDRATAACION	CONTENIDO DE AIRE (VOL. %)		1,50
FABRICA DE CEMENTO	PACASMAYO	CANTIDAD DE CEMENTO (BOLSAS)	8,00
CLASE DE RESISTENCIA	AGREGADO		
	1 - 3		

Tabla 29

Composición de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

COMPOSICIÓN DE CONCRETO				
		DENSIDAD	VOL. DE COMPONENTES	VOLUMEN DE 1 m ³
RELACION AGUA - CEMENTO (W/C)	0,60	kg/dm^3	DE 1 m ³ (dm^3)	DE CONCRETO (dm^3)
CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA (kg/m^3)	204,0	1000	0,204	1
CANTIDAD DE CEMENTO REQUERIDO (kg/m^3)	340,0	3150	0,108	SLUMP (LOGRADO)
CANTIDAD DE AIRE (VOL. %)	1,50	100	0,015	2.6"
INGREDIENTE DE ADITIVO (lit.)	0,00	0	0,000	
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	0,00			
			0,327	

Tabla 30

Agregado total para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

AGREGADO TOTAL (dm^3/m^3)										0,673
COMPOSICION POR 1 m ³					COMPOSICION 1 m ³ - CORREGIDA					
FRACCIÓN	%	VOLUMEN DE	PESO ESP.	P. TOTAL	P. TOTAL	CORRECCION DE HUMEDAD Y ABSORCION				
	DE	FRACCIONES	TOTAL	DE AGREG.	CORREGIDO	HUMEDAD	ABSORCION	CORRECCION	CORRECCION	
	FRACCIÓN	(dm^3)	(kg/dm^3)	SECO (kg)	HUM. (kg)	(%)	(%)	(%)	(Lit)	
ARENA	40,0	0,27	2617	704,56	729,22	3,50	1,17	2,33	-16,42	
PIEDRA 67	15,0	0,10	2809	283,60	286,77	1,12	0,51	0,61	-1,73	
PIEDRA 56	45,0	0,30	2809	850,79	859,29	1,00	0,44	0,56	-4,76	
				1838,94	1875,29				-22,91	

Tabla 31Pruebas previstas para concreto $f'c=210$ kg/cm²

	Nº DE	PESO	PESO
FRACCIONES	FRACCIONES	TOTAL	P. PREVISTAS
ARENA	1	704,56	26,85
1"	2	283,60	10,81
3/4"	3	850,79	32,42
CEMENTO		340,00	12,96
AGUA		181,09	6,90
ADITIVOS		0,00	0,00

3.1.3.3. Diseño de mezcla para concreto $F'c=280$ kg/cm²**Tabla 32**Requerimientos para concreto $f'c=280$ kg/cm²

REQUERIMIENTO			
IMPERMEABILIDAD		CLASE DE CONCRETO	$f'c$ 280
RESISTENCIA A CONGELACION		RESISTENCIA REQUERIDA (Kg/cm ²)	280
RES. A SALES (CONGELADO - DECONGELADO)		CONSISTENCIA	
RESISTENCIA A INFLUENCIAS QUIMICAS		SLUMP (PLG)	2.5" a 3.0"
CONCRETO SUPERFICIES LIMPIAS		CANTIDAD DE CEMENTO (kg/m ³)	382,50
CONCRETO BOMBEADO		RELACION DE AGUA CEMENTO (W/C)	0,55
RESISTENCIA PRECOZ		TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO (mm.)	31,750
CONCRETO BAJO $f'c$ DE HIDRATACION		CONTENIDO DE AIRE (VOL. %)	1,50
FABRICA DE CEMENTO	PACASMAYO	CANTIDAD DE CEMENTO (BOLSAS)	9,00
CLASE DE RESISTENCIA		AGREGADO	1 - 3

Tabla 33Composición de concreto $f'c=280$ kg/cm²

COMPOSICION DE CONCRETO				
		DENSIDAD	VOL. DE COMPONENTES	VOLUMEN DE 1 m ³ DE CONCRETO (dm ³)
RELACION AGUA - CEMENTO (W/C)	0,55	kg/dm ³	DE 1 m ³ (dm ³)	
CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA (kg/m ³)	210,38	1000	0,210	1
CANTIDAD DE CEMENTO REQUERIDO (kg/m ³)	382,50	3150	0,121	SLUMP (LOGRADO)
CANTIDAD DE AIRE (VOL. %)	1,50	100	0,015	3"
INGREDIENTE DE ADITIVO (lit.)	0,00	0	0,000	
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	0,00			
			0,347	

Tabla 34

Agregado total para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

AGREGADO TOTAL (dm^3/m^3)						0,653			
COMPOSICION POR 1 m3			COMPOSICION 1 m ³ - CORREGIDA						
FRACCION	%	VOLUMEN DE	PESO	P.	P.	CORRECCION DE HUMEDAD Y ABSORCION			
	DE	FRACCIONES	ESP. TOTAL	TOTAL DE.	CORREGIDO	HUMEDAD	ABSORCION	CORRECCION	CORRECCION
	FRACCION	(dm^3)	(kg/dm^3)	AGREG. SECO (kg)	HUM. (kg)	(%)	(%)	(%)	(Lit)
ARENA	40,0	0,26	2617	683,77	707,70	3,50	1,17	2,33	-15,93
PIEDRA A 67	15,0	0,10	2809	275,22	278,31	1,12	0,51	0,61	-1,68
PIEDRA A 56	45,0	0,29	2809	825,67	833,93	1,00	0,44	0,56	-4,62
				1784,66	1819,93				

Tabla 35

Pruebas previstas para concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

FRACCIONES	Nº DE	PESO	PESO
	FRACCIONES	TOTAL	P. PREVISTAS
ARENA	1	683,77	26,06
1"	2	275,22	10,49
3/4"	3	825,67	31,47
CEMENTO		382,50	14,58
AGUA		188,14	7,17
ADITIVOS		0,00	0,00

3.1.3.4. Diseño de mezcla para concreto $F'c=350 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 36

Requerimientos para concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

REQUERIMIENTO			
IMPERMEABILIDAD	CLASE DE CONCRETO	$f'c$	350
RESISTENCIA A CONGELACION	RESISTENCIA REQUERIDA (Kg/cm^2)		350
RES. A SALES (CONGELADO - DECONGELADO)	CONSISTENCIA		
RESISTENCIA A INFLUENCIAS QUIMICAS	SLUMP (PLG)		2.5" a 3.0"
CONCRETO SUPERFICIES LIMPIAS	CANTIDAD DE CEMENTO (kg/m^3)		425,00
CONCRETO BOMBEADO	RELACION DE AGUA CEMENTO (W/C)		0,40
RESISTENCIA PRECOZ	TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO (mm.)		31,750
CONCRETO BAJO t° DE HIDRATACION	CONTENIDO DE AIRE (VOL. %)		1,50
FABRICA DE CEMENTO	PACASMAY O	CANTIDAD DE CEMENTO (BOLSAS)	10,00
CLASE DE RESISTENCIA	AGREGADO		
	1 - 3		

Tabla 37

Composición de concreto $f'c=350$ kg/cm²

COMPOSICIÓN DE CONCRETO				
		DENSIDAD	VOL. DE COMPONENTES	VOLUMEN DE 1 m ³
RELACION AGUA - CEMENTO (W/C)	0,40	kg/dm ³	DE 1 m ³ (dm ³)	DE CONCRETO (dm ³)
CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA (kg/m ³)	170,0	1000	0,170	1
CANTIDAD DE CEMENTO REQUERIDO (kg/m ³)	425,0	3150	0,135	SLUMP (LOGRADO)
CANTIDAD DE AIRE (VOL. %)	1,50	100	0,015	2.5"
INGREDIENTE DE ADITIVO (lit.)	0,00	0	0,000	
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	0,00			
			0,320	

Tabla 38

Agregado total para concreto $f'c=350$ kg/cm²

AGREGADO TOTAL (dm ³ /m ³)										0,680
COMPOSICION POR 1 m ³					COMPOSICION 1 m ³ - CORREGIDA					
FRACCION	%	VOLUMEN DE FRACCIONES (dm ³)	PESO ESP. TOTAL (kg/dm ³)	P. TOTAL DE. AGREG. (kg)	P. TOTAL CORREGIDO HUM. (kg)	CORRECCION DE HUMEDAD Y ABSORCION				
	DE FRACCION					HUMEDAD (%)	ABSORCION (%)	CORRECCION (%)	CORRECCION (Lit)	
ARENA	40,0	0,27	2617	711,91	736,82	3,50	1,17	2,33	-16,59	
PIEDRA 67	15,0	0,10	2809	286,55	289,76	1,12	0,51	0,61	-1,75	
PIEDRA 56	45,0	0,31	2809	859,65	868,25	1,00	0,44	0,56	-4,81	
				1858,11	1894,84				-23,15	

Tabla 39

Pruebas previstas para concreto $f'c=350$ kg/cm²

	Nº DE	PESO	PESO
FRACCIONES	FRACCIONES	TOTAL	P. PREVISTAS
ARENA	1	711,91	27,13
1"	2	286,55	10,92
3/4"	3	859,65	32,76
CEMENTO		425,00	16,20
AGUA		146,85	5,60
ADITIVOS		0,00	0,00

3.1.4. Resultados de Resistencia a la Compresión:

3.1.4.1. Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 40

Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

ENSAYO A COMPRESIÓN F'C= 175 KG/CM2			
7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	
144,76	168,08	203,20	
138,35	172,35	207,81	
145,94	171,95	208,71	
138,46	173,59	216,18	
139,19	169,31	203,65	
142,23	171,84	210,22	
140,04	173,70	208,43	
138,91	169,26	212,13	
141,83	169,82	206,12	
143,30	168,86	209,27	
Promedio	141,30	170,88	208,57

Figura 6

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



Se denota los ensayos a compresión donde analizó el concreto de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, del cual se obtiene un promedio de $141,30 \text{ kg/cm}^2$ para 7 días de fraguado, lo que corresponde a un 80,74% de la resistencia alcanzada; para 14 días de fraguado se obtiene una resistencia promedio de $170,88 \text{ kg/cm}^2$, lo que corresponde a un 97,64% de resistencia alcanzada; y para 28 días de fraguado se obtiene un $F'c$ promedio de $208,57 \text{ kg/cm}^2$, lo que corresponde a un 119,18% de resistencia alcanzada.

3.1.4.2. Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=210$ kg/cm²

Tabla 41

Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=210$ kg/cm²

ENSAYO A COMPRESIÓN F'C= 210 KG/CM2			
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	191,68	198,59	278,95
	189,71	213,37	289,91
	188,59	196,96	273,83
	193,65	202,02	280,07
	194,94	208,14	279,74
	184,54	212,19	287,55
	188,53	203,54	276,08
	185,44	213,26	285,02
	187,01	210,95	280,69
	194,21	205,00	283,95
Promedio	189,83	206,40	281,58

Figura 7

Resistencia a la compresión para $f'c=210$ kg/cm² según tiempo de fraguado



Se denota que para un concreto de $f'c=210$ kg/cm², del cual se obtiene un promedio de 189,83 kg/cm² para 7 días de fraguado, lo que corresponde a un 90,40% de la resistencia alcanzada; para 14 días de fraguado se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 206,40 kg/cm², lo que corresponde a un 98,29% de resistencia alcanzada; y para 28 días de fraguado se obtiene $F'c$ promedio de 281,58 kg/cm², lo que corresponde a un 134,09% de resistencia alcanzada.

3.1.4.3. Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 42

Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

ENSAYO A COMPRESIÓN F'C= 280 KG/CM2			
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	229,67	274,17	330,20
	231,47	275,97	340,65
	233,26	277,54	338,63
	231,41	280,19	339,42
	234,33	272,77	339,75
	234,67	271,25	339,13
	227,59	273,39	334,19
	233,71	276,36	342,00
	229,16	273,95	340,20
	235,12	273,61	328,85
Promedio	232,04	274,92	337,30

Figura 8

Resistencia a la compresión para $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ según tiempo de fraguado



Para un concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, del cual se obtiene un promedio de $232,04 \text{ kg/cm}^2$ para 7 días de fraguado, lo que corresponde a un 82,87% de la resistencia alcanzada; para 14 días de fraguado se obtiene una resistencia a la compresión promedio de $274,92 \text{ kg/cm}^2$, lo que corresponde a un 98,19% de resistencia alcanzada; y para 28 días de fraguado se obtiene un $f'c$ promedio de $337,30 \text{ kg/cm}^2$, lo que corresponde a un 120,47 % de resistencia alcanzada.

3.1.4.4. Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=350$ kg/cm²

Tabla 43

Resultados de Resistencia a la Compresión para $f'c=350$ kg/cm²

ENSAYO A COMPRESIÓN F'C= 350		
KG/CM2		
7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
309,74	343,85	425,51
308,28	347,34	424,72
308,11	340,03	418,54
306,04	343,80	419,72
315,03	350,32	418,54
308,06	354,53	425,73
310,31	342,17	421,18
308,56	351,22	422,13
309,97	349,19	420,56
304,18	339,86	426,46
Promedio	308,83	346,23
		422,31

Figura 9

Resistencia a la compresión para $f'c=350$ kg/cm² según tiempo de fraguado



Se denota los ensayos a compresión para un concreto de $f'c=350$ kg/cm², del cual se obtiene un promedio de 308,83 kg/cm² para 7 días de fraguado, lo que corresponde a un 88,24% de la resistencia alcanzada; para 14 días de fraguado se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 346,23 kg/cm², lo que corresponde a un 98,92% de resistencia alcanzada; y para 28 días de fraguado se obtiene un $f'c$ promedio de 422,31 kg/cm², lo que corresponde a un 120,66 % de resistencia alcanzada.

3.1.5. Resultados de Resistencia a la Flexión:

3.1.5.1. Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=175$ kg/cm²

Tabla 44

Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=175$ kg/cm²

ENSAYO A FLEXIÓN F'C= 175			
KG/CM2			
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	32,99	37,94	42,73
	32,60	37,86	43,78
	33,90	37,92	43,35
	34,13	38,20	42,96
	33,90	38,69	43,51
	32,33	38,24	43,48
	33,46	38,86	43,12
	32,10	37,87	43,09
	32,12	38,58	42,94
	33,01	37,55	43,24
Promedio	33,05	38,17	43,22

Figura 10

Módulo de rotura para $f'c=175$ kg/cm² según tiempo de fraguado



Se denota los ensayos a flexión para un concreto de $f'c=175$ kg/cm², del cual se obtiene un promedio de 33,05 para 7 días de fraguado, un promedio de 38,17 para 14 días de fraguado y un promedio de 43,22 para 28 días de fraguado.

3.1.5.2. Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=210$ kg/cm²

Tabla 45

Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=210$ kg/cm²

ENSAYO A FLEXIÓN F'C= 210			
KG/CM2			
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	33,46	39,30	45,08
	34,02	38,99	44,75
	34,68	40,38	44,80
	34,65	39,72	44,30
	34,31	39,73	45,38
	34,48	40,09	44,91
	35,32	40,06	44,61
	34,38	39,40	44,29
	36,27	41,11	45,71
	35,04	40,28	45,30
Promedio	34,66	39,91	44,91

Figura 11

Módulo de rotura para $f'c=210$ kg/cm² según tiempo de fraguado



Se denota los ensayos a flexión para un concreto de $f'c=210$ kg/cm², del cual se obtiene un promedio de 34,66 para 7 días de fraguado, un promedio de 39,90 para 14 días de fraguado y un promedio de 44,91 para 28 días de fraguado.

3.1.5.3. Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=280$ kg/cm²

Tabla 46

Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=280$ kg/cm²

ENSAYO A FLEXIÓN F'C= 280			
KG/CM2			
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	38,41	43,67	49,18
	40,48	44,65	50,54
	38,15	43,76	49,00
	39,22	43,67	48,55
	39,74	44,90	50,63
	39,21	45,02	50,39
	37,10	42,78	48,35
	41,19	45,22	49,46
	39,32	43,88	49,19
	40,46	45,23	49,55
Promedio	34,66	39,91	44,91

Figura 12

Módulo de rotura para $f'c=280$ kg/cm² según tiempo de fraguado



Se denota los ensayos a flexión para un concreto de $f'c=280$ kg/cm², del cual se obtiene un promedio de 39,33 para 7 días de fraguado, un promedio de 44,28 para 14 días de fraguado y un promedio de 49,48 para 28 días de fraguado.

3.1.5.4. Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=350$ kg/cm²

Tabla 47

Resultados de Resistencia a la Flexión para $f'c=350$ kg/cm²

ENSAYO A FLEXIÓN F'C= 350			
KG/CM2			
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
	43,32	47,79	52,17
	43,82	48,64	54,11
	42,48	47,18	52,82
	42,28	47,15	52,89
	47,34	51,45	55,46
	44,75	49,33	54,96
	43,51	49,44	54,08
	45,89	51,24	55,52
	44,41	49,59	55,24
	45,83	51,20	55,45
Promedio	44,36	49,30	54,27

Figura 13

Módulo de rotura para $f'c=350$ kg/cm² según tiempo de fraguado



Se denota los ensayos a flexión para un concreto de $f'c=350$ kg/cm², del cual se obtiene un promedio de 44,36 para 7 días de fraguado, un promedio de 49,30 para 14 días de fraguado y un promedio de 54,27 para 28 días de fraguado.

3.1.5.5. Resultados de resistencia a la tracción:

Tabla 48

Resultados de Resistencia a la tracción para $f'c=175, 210, 280$ y 350 kg/cm^2

RESULTADOS A TRACCIÓN			
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	13,96	22,01	27,58
	13,36	22,57	28,2
	14,08	22,52	28,32
	13,33	22,73	29,34
	13,42	22,17	27,64
	13,72	22,51	28,53
	13,53	22,75	28,29
	13,38	22,17	28,79
	13,68	22,24	27,97
	13,78	22,12	28,4
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	18,9	24,32	37,45
	18,71	26,61	39,03
	18,68	24,41	36,74
	19,12	24,85	37,77
	19,31	25,95	37,53
	18,11	26,38	38,59
	18,64	25,35	37,22
	18,32	26,48	38,24
	18,52	26,27	37,93
	19,18	25,54	38,09
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	19,88	31,78	39,83
	19,94	31,78	40,89
	19,74	31,6	40,55
	19,74	32,34	40,66
	20,32	31,09	40,88
	20,3	31,04	41,01
	19,96	31,79	40,08
	20,3	31,67	41,11
	19,8	31,54	40,57
	20,54	31,72	39,83
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	34,76	40,82	53,1
	33,9	41,2	52,95
	34,16	40,21	52,14
	33,92	40,59	52,46
	35,27	41,5	52,14
	34,2	42,08	53,02
	34,48	40,54	52,7
	34,53	41,09	52,8
	34,65	41,45	52,63
	34,21	40,1	53,36

La fuerza a la tracción del concreto se relaciona con la fuerza a la compresión y aumenta proporcionalmente a este.

3.1.6. Prueba de normalidad:

Se utiliza la prueba de Kolmogorov- Smirnova puesto que la muestra utilizada es un total de 120 datos resultantes de cada tipo de concreto (175kg/cm², 210kg/cm², 280kg/cm² y 350 kg/cm²) y para cada tiempo determinado (7, 14 y 28 días).

Tabla 49

Prueba de normalidad

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,944	120	0,000
Flexión	0,974	120	,200 [*]

Criterio de decisión:

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a .

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a .

Como $p < 0,05$ entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a , es decir los datos no tienen distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística no paramétrica.

Asimismo, se determina las pruebas de normalidad para cada tipo de concreto (175kg/cm², 210kg/cm², 280kg/cm² y 350 kg/cm²) y para cada tiempo determinado (7, 14, y 28 días). Los resultados de las pruebas indican que los datos no tienen distribución normal, por lo tanto, aplicaremos estadística no paramétrica para cada tipo de concreto y cada tiempo de fraguado determinado.

3.1.7. Prueba de hipótesis:

En relación que los datos mostrados no poseen distribución normal, se aplica Spearman para poder determinar la significancia de los concretos estudiados en sus diferentes resistencias y en tiempos de fraguado, para determinar esta significancia se utilizará el coeficiente de correlación.

3.1.7.1. Prueba de hipótesis concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$:

Tabla 50

Prueba de hipótesis concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

			Compresión	Flexión	Tracción
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1	,906**	,999**
		Sig. (bilateral)	.	0	0
		N	30	30	30
	Flexión	Coefficiente de correlación	,906**	1	,902**
		Sig. (bilateral)	0	.	0
		N	30	30	30
	Tracción	Coefficiente de correlación	,999**	,902**	1
		Sig. (bilateral)	0	0	.
		N	30	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Formulación de hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula $H_0: \rho = 0$ (No existe una correlación lineal)

Hipótesis alternativa $H_1: \rho > 0$ (Existe una correlación lineal)

Conclusión:

De acuerdo al coeficiente de correlación obtenido próximo a 1 (0.906), se determina que las variables mantienen una relación significativa, además se especifica que esta correlación es lineal.

3.1.7.2. Prueba de hipótesis concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$:

Tabla 51

Prueba de hipótesis concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

			Compresión	Flexión	Tracción
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1	,869**	1,000**
		Sig. (bilateral)	.	0	0
		N	30	30	30
	Flexión	Coefficiente de correlación	,869**	1	,872**
		Sig. (bilateral)	0	.	0
		N	30	30	30

Tracción	Coeficiente de correlación	1,000**	,872**	1
	Sig. (bilateral)	0	0	.
	N	30	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Formulación de hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula $H_0: \rho = 0$ (No existe una correlación lineal)

Hipótesis alternativa $H_1: \rho > 0$ (Existe una correlación lineal)

Conclusión:

De acuerdo al coeficiente de correlación obtenido próximo a 1 (0.869), se determina que las variables mantienen una relación significativa, además se especifica que esta correlación es lineal.

3.1.7.3. Prueba de hipótesis concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$:

Tabla 52

Prueba de hipótesis concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

			Compresión	Flexión	Tracción
Rho de Spearman	Compresión	Coeficiente de correlación	1	,911**	,963**
		Sig. (bilateral)	.	0	0
		N	30	30	30
	Flexión	Coeficiente de correlación	,911**	1	,904**
		Sig. (bilateral)	0	.	0
		N	30	30	30
	Tracción	Coeficiente de correlación	,963**	,904**	1
		Sig. (bilateral)	0	0	.
		N	30	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Formulación de hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula $H_0: \rho = 0$ (No existe una correlación lineal)

Hipótesis alternativa $H_1: \rho > 0$ (Existe una correlación lineal)

Conclusión:

De acuerdo al coeficiente de correlación obtenido próximo a 1 (0.911), se determina que las variables mantienen una relación significativa, además se especifica que esta correlación es lineal.

3.1.7.4. Prueba de hipótesis concreto $f'c=350$ kg/cm²:

Tabla 53

Prueba de hipótesis concreto $f'c=350$ kg/cm²

			Compresión	Flexión	Tracción
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1	,914**	,986**
		Sig. (bilateral)	.	0	0
		N	30	30	30
	Flexión	Coefficiente de correlación	,914**	1	,918**
		Sig. (bilateral)	0	.	0
		N	30	30	30
	Tracción	Coefficiente de correlación	,986**	,918**	1
		Sig. (bilateral)	0	0	.
		N	30	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Formulación de hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula

$$H_0: \rho = 0 \text{ (No existe una correlación lineal)}$$

Hipótesis alternativa

$$H_1: \rho > 0 \text{ (Existe una correlación lineal)}$$

Conclusión:

De acuerdo al coeficiente de correlación obtenido próximo a 1(0.914), se determina que las variables mantienen una relación significativa, además se especifica que esta correlación es lineal.

3.1.7.5. Prueba de hipótesis (todos los datos):

Tabla 54

Prueba de hipótesis (todos los datos)

			Compresión	Flexión	Tracción
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1	,935**	,933**
		Sig. (bilateral)	.	0	0

	N	120	120	120
Flexión	Coefficiente de correlación	,935**	1	,966**
	Sig. (bilateral)	0	.	0
	N	120	120	120
Tracción	Coefficiente de correlación	,933**	,966**	1
	Sig. (bilateral)	0	0	.
	N	120	120	120

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Formulación de hipótesis nula y alternativa

Hipótesis nula

$H_0: \rho = 0$ (No existe una correlación lineal)

Hipótesis alternativa

$H_1: \rho > 0$ (Existe una correlación lineal)

Conclusión:

De acuerdo al coeficiente de correlación obtenido próximo a 1 (0.935), se determina que las variables mantienen una relación significativa, además se especifica que esta correlación es lineal.

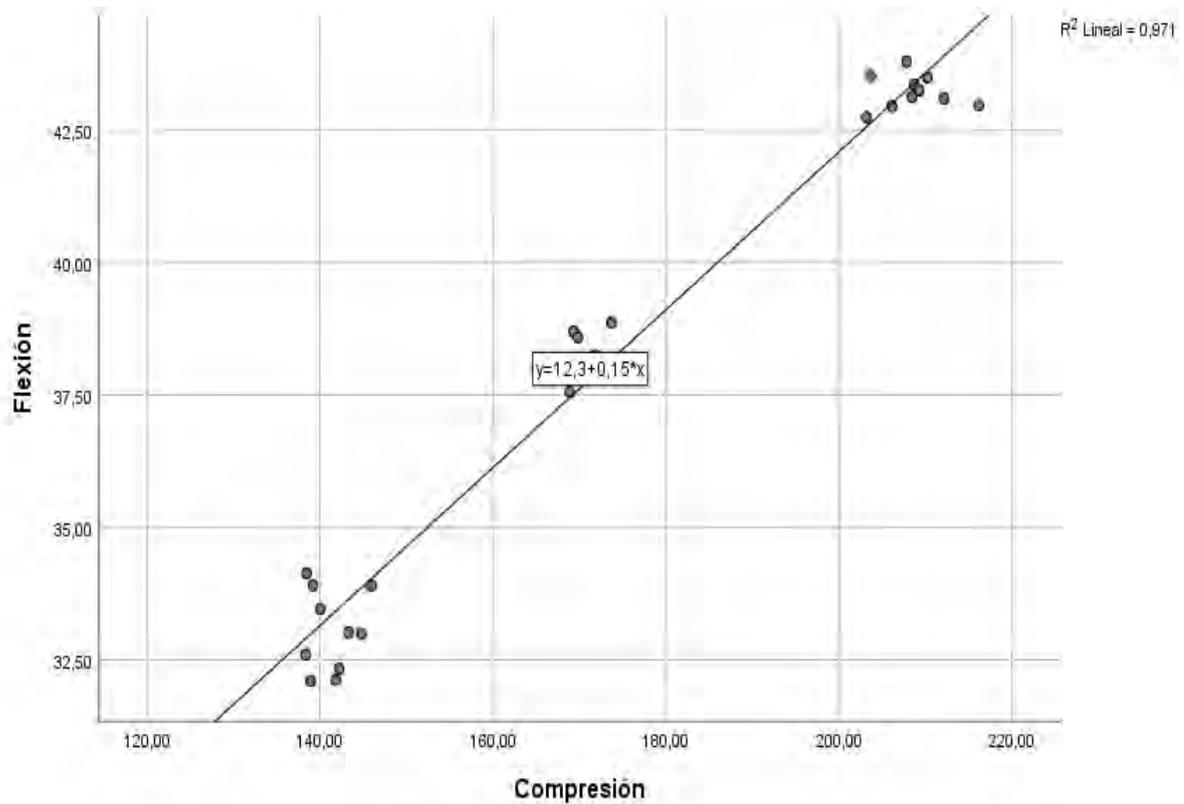
3.1.8. Correlación Módulo de Rotura y Resistencia a la Compresión.

Después de realizar las pruebas de hipótesis para los concretos con las diferentes resistencias a la compresión (175kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm²), se procede a calcular la ecuación de regresión que nos permitirá determinar indirectamente el MR.

3.1.8.1. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Figura 14

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f^c = 175 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: (Elaboración Propia, SPSS)

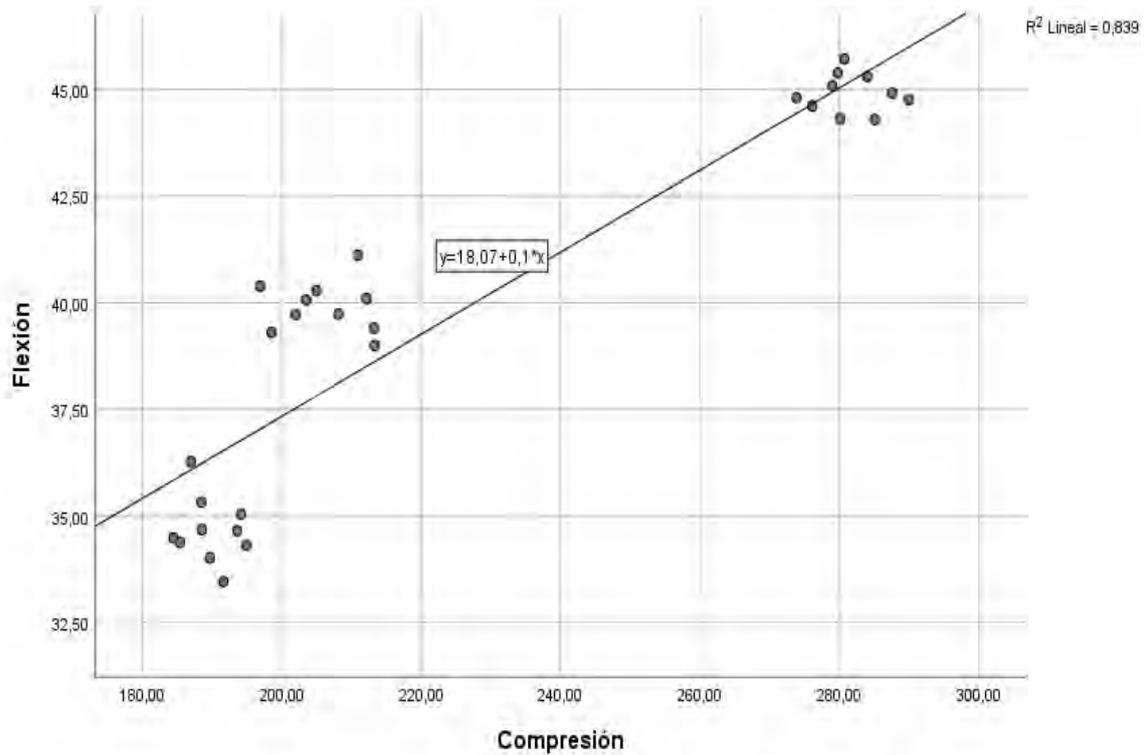
Conclusión:

La ecuación de regresión es de $y = 0,149x + 12,3$ y $R^2 = 0,971$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.8.2. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Figura 15

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: (Elaboración Propia, SPSS)

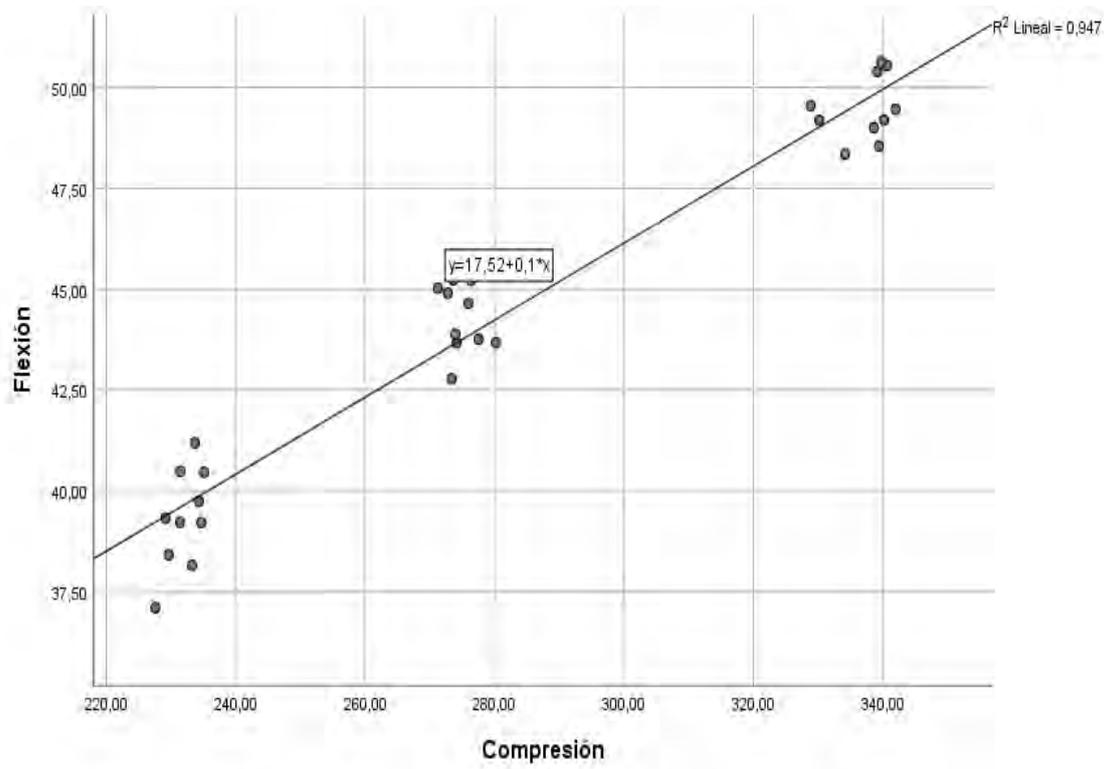
Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,096x + 18,07$ y $R^2 = 0,839$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.8.3. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Figura 16

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: (Elaboración Propia, SPSS)

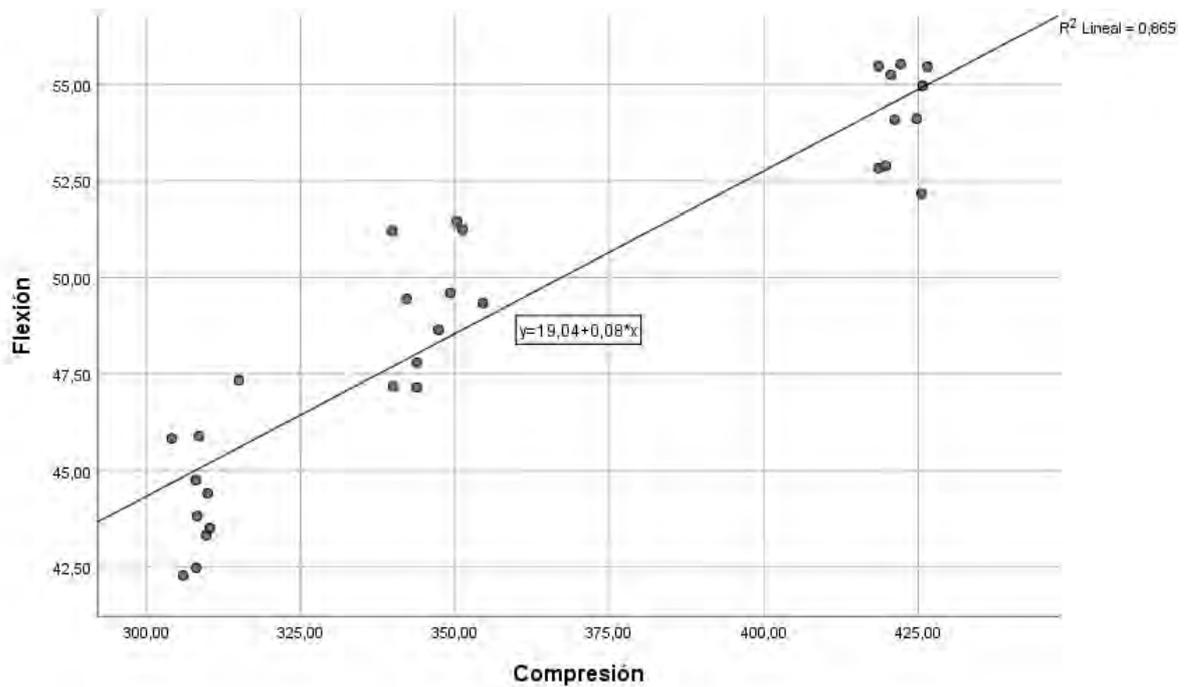
Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,095 x + 17,516$ y $R^2 = 0,947$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.8.4. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Figura 17

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto $f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: (Elaboración Propia, SPSS)

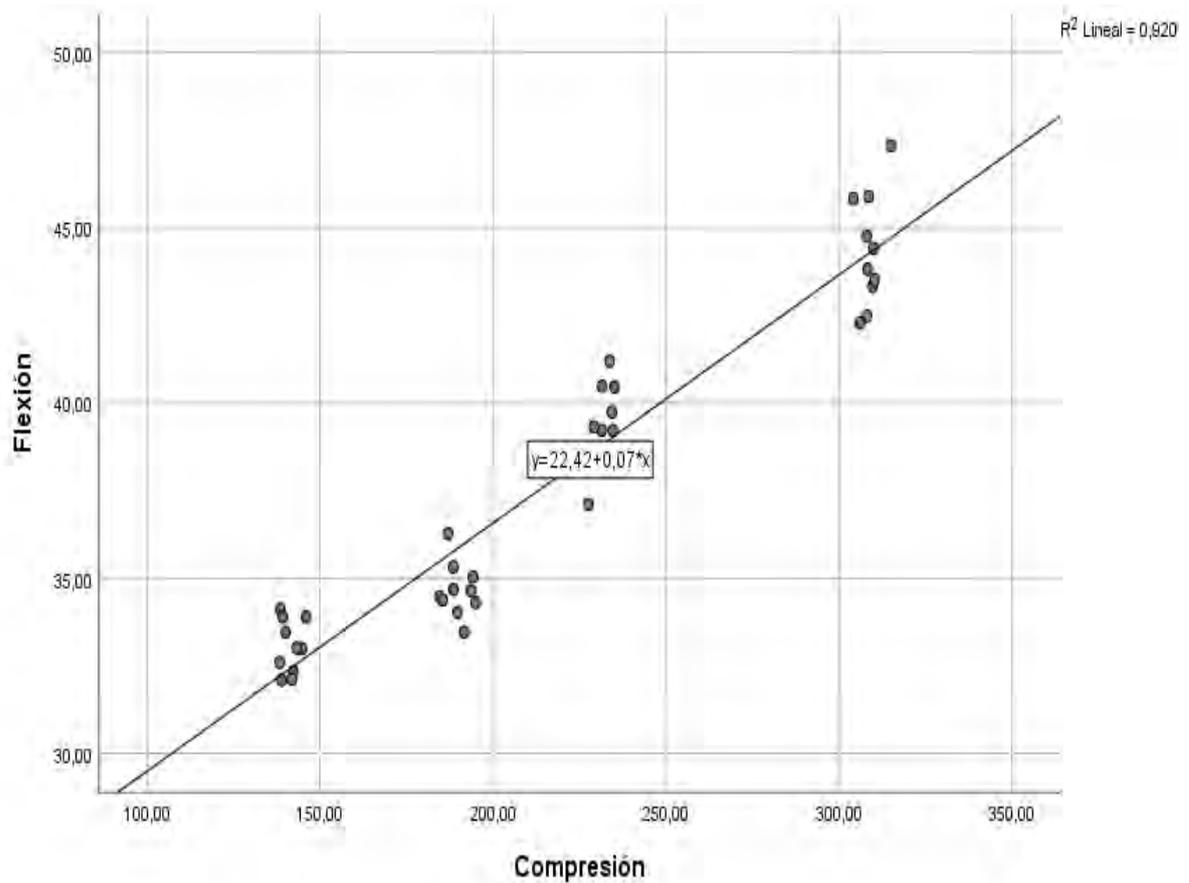
Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,084x + 19,04$ y $R^2 = 0,865$. Siendo que $0.7 \leq R^2 < 0.9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.8.5. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 7 días

Figura 18

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 7 días



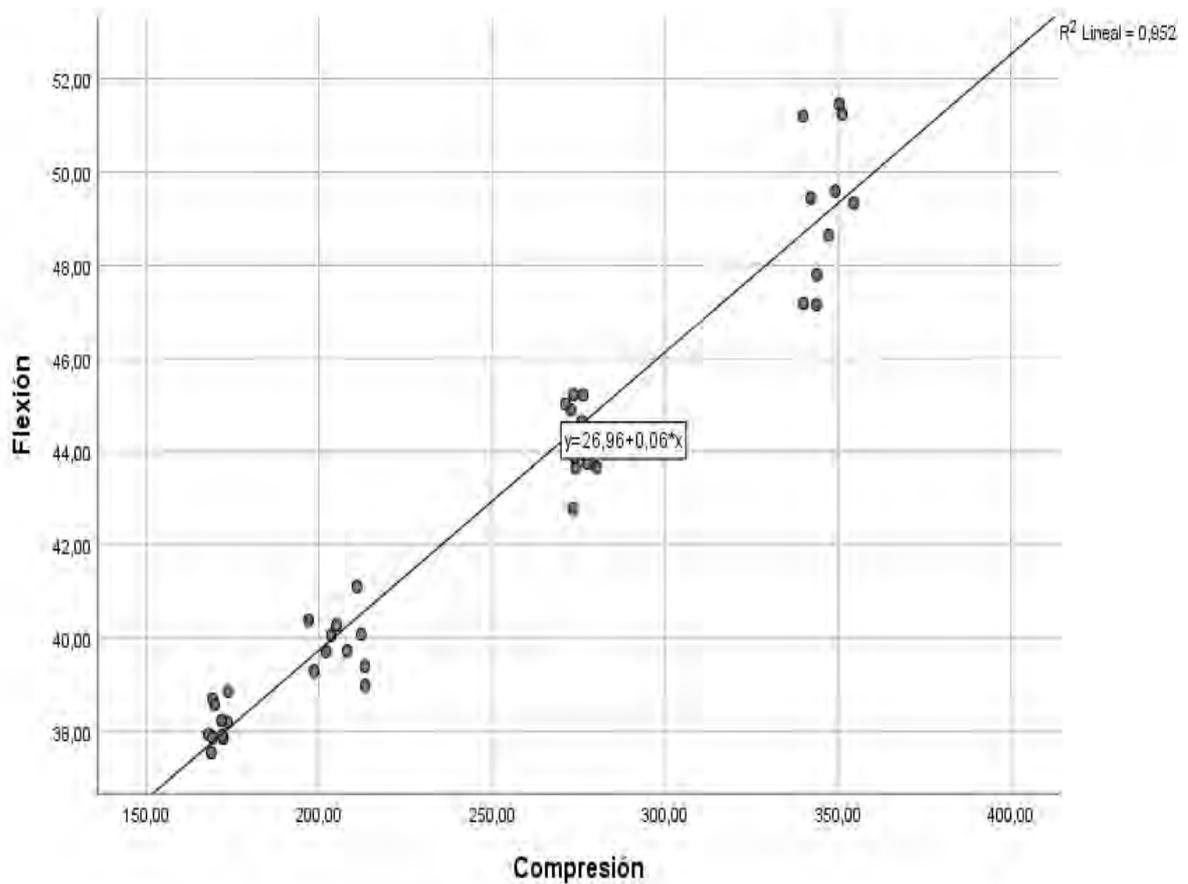
Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,071x + 22,419$ y $R^2 = 0,920$. Siendo que $0.7 \leq R^2 < 0.9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.8.6. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 14 días

Figura 19

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 14 días



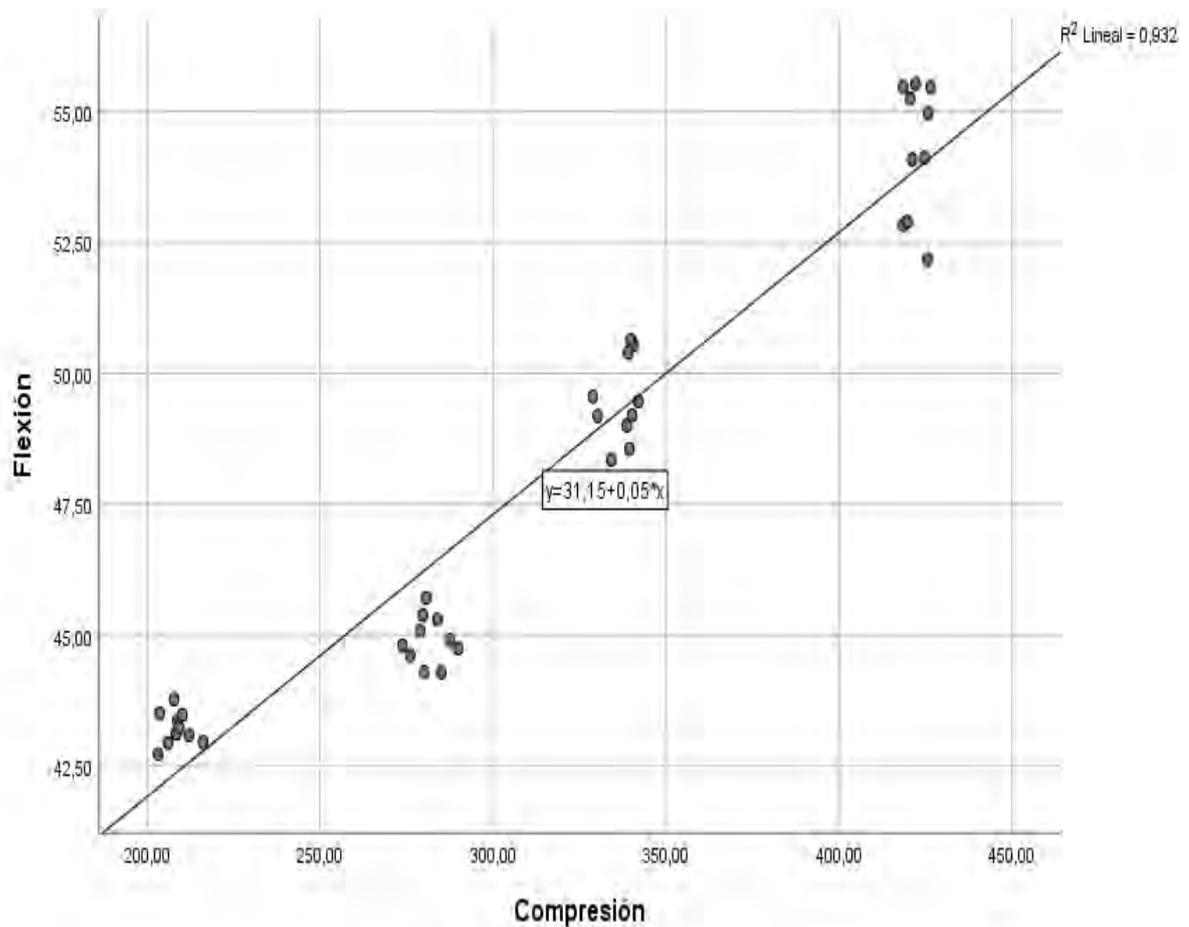
Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,064x + 26,962$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.8.7. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 28 días

Figura 20

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto 28 días



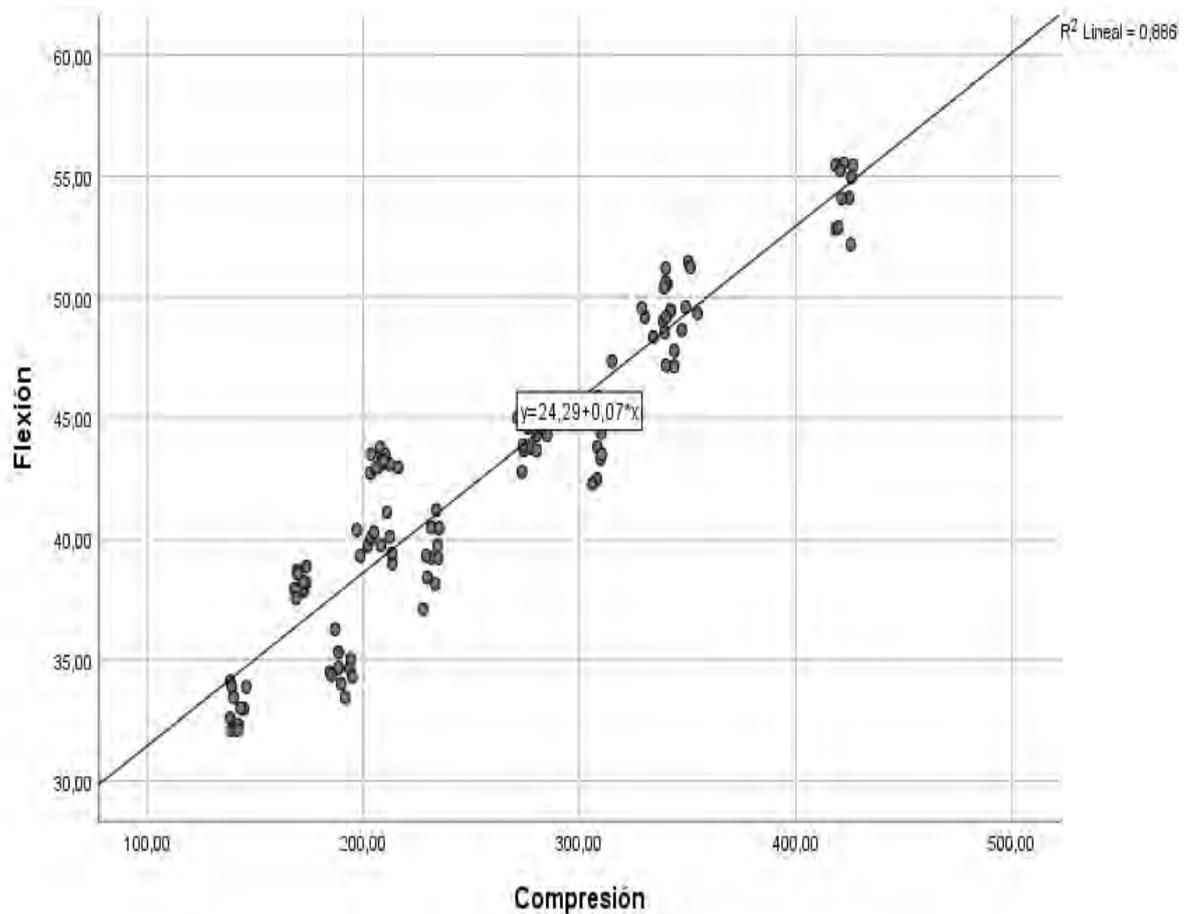
Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,54x + 31,15$ y $R^2 = 0,932$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.8.8. Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto (todos los datos).

Figura 21

Ecuación de regresión entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto (todos los datos)



Conclusión:

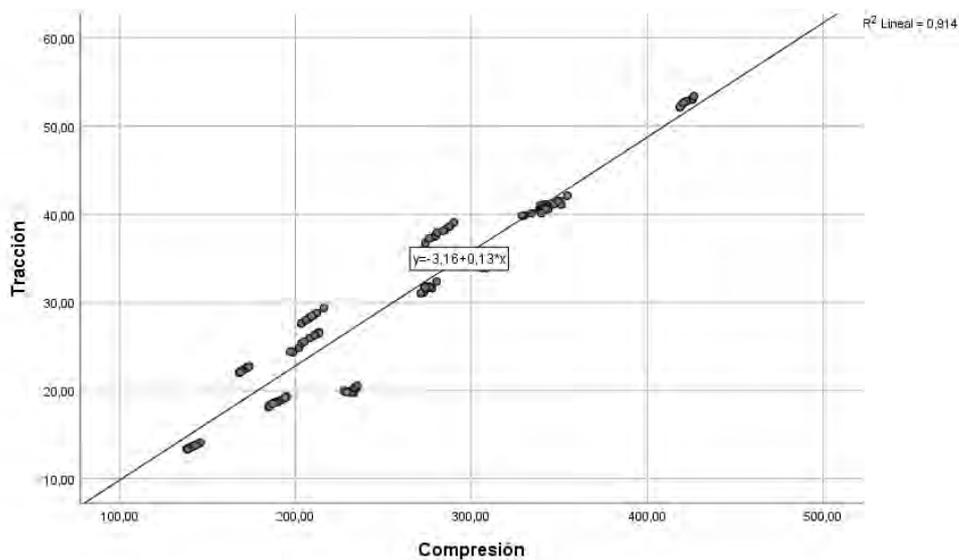
La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,072x + 24,292$ y $R^2 = 0,886$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.9. Correlación Módulo de Rotura y Tracción.

3.1.9.1. Ecuación de regresión de resistencia a la compresión y tracción del concreto (todos los datos).

Figura 22

Ecuación de regresión de resistencia a la compresión y tracción del concreto (todos los datos)



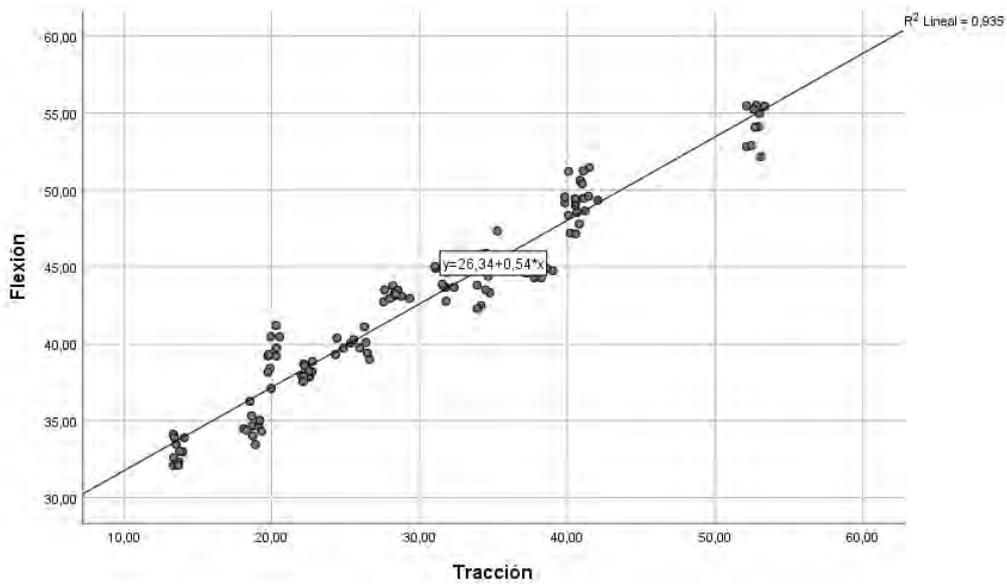
Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,13x - 3,16$ y $R^2 = 0,914$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1.9.2. Ecuación de regresión de resistencia a la tracción y módulo de rotura del concreto (todos los datos).

Figura 23

Ecuación de regresión de resistencia a la compresión y tracción del concreto (todos los datos)



Conclusión:

La ecuación de regresión resultante es de $y = 0,54x + 26,34$ y $R^2 = 0,935$. Siendo que $0,7 \leq R^2 < 0,9$: Relación lineal fuerte. Se confirma la hipótesis.

3.1. Discusión

La mayoría de los autores coinciden en que se puede relacionar la resistencia a compresión y el módulo de rotura, sugiriendo que el f_c puede ser utilizada para predecir su resistencia a la flexión. Sin embargo, los valores de K , que representan la relación entre M_R y f_c , variaron entre los estudios.

Chung et al. (4) y Sang et al. (20) encontraron correlaciones lineales entre M_R y f_c , mientras que Hamidi et al. (21) y Augustine y Nasir (22) encontraron correlaciones no lineales. Esto sugiere que la relación entre M_R y f_c puede ser compleja y dependiente de las condiciones específicas del concreto. En el caso de esta investigación, se determinó que la relación de las propiedades es lineal.

Esta investigación realizó concreto de acuerdo a condiciones normales sin incluir adiciones, sin embargo, Prakash et al. (23) y Brañez (26) lograron determinar que añadiendo fibras de roselle y cemento tipo IP-30, respectivamente, afectó la correlación entre M_R y f_c . Esto sugiere que la incorporación de materiales adicionales puede influir en la relación entre las resistencias. Autores como Sang et al. (20) y Hamidi et al. (21) encontraron que la adición de fibras y materiales puede influir en la correlación entre M_R y f_c . Sin embargo, otros autores como Quispe & Quispe (29) no encontraron una influencia significativa de la adición de fibras en la correlación entre M_R y f_c . Esto sugiere que la adición de fibras y materiales puede tener un efecto variable en la correlación entre M_R y f_c .

Los autores coinciden que el tiempo de fragua tiene importancia en el concreto, puesto que influye en la correlación entre M_R y f_c . Flores & Mendoza (33) encontraron que la correlación entre M_R y f_c aumenta con la edad del concreto. Esto sugiere que el f_c del concreto puede ser utilizada para predecir su módulo de rotura en diferentes edades. En el caso de esta investigación la ecuación de regresión resultante a compresión con edad de 7 días es de $y=0.08x + 22$, la ecuación de regresión resultante para un concreto con resistencia a la compresión en 14 días es de $y=0.06x + 28.5$ y la ecuación de regresión resultante para un concreto con resistencia a la compresión en 28 días kg/cm^2 es de $y=0.56x + 30.8$.

Aburto & Ortiz (38) encontraron que la correlación entre MR y f_c es influenciada por la humedad y la temperatura. Sin embargo, otros autores como Novoa (35) determinaron que esta influencia no era significativa, por lo cual se necesita elaborar tipos de concretos expuestos a diferentes condiciones para determinar si existe relación.

Chung et al. (4) y Shi & Chen (25) encontraron que la correlación entre MR y f_c puede ser influenciada por la geometría de la muestra y la velocidad de carga. Sin embargo, otros autores como Prakash et al. (23) determinaron que la geometría de la muestra y la velocidad de carga no influyen significativamente en la correlación entre MR y f_c . Esto sugiere que la geometría de la muestra y la velocidad de carga pueden tener un efecto variable en la correlación entre MR y f_c .

En cuanto a los resultados esta investigación Machaca & Vilavila (30) tuvo como resultados ecuaciones lineales $Y=0.069x+12.691$ para concreto 210 kg/cm², $Y=0.1341x-2.8989$ para 240 kg/cm² y $Y=0.116x+2.0158$ para 280 kg/cm²; asimismo Aguirre (32) tuvo como resultados de correlación entre las propiedades del concreto de $MR=0.137*f_c$. Por otro lado, Cubas & Tafur (34) obtuvo una relación de tipo lineal, siendo $MR = 0.12 f_c$. Estos resultados concuerdan con esta investigación quien obtuvo resultados similares según se define para Esta investigación obtuvo resultados similares según se define para $y=0,149x + 12,3$ ($f_c=175\text{kg/cm}^2$), $y=0,096x + 18,07$ ($f_c=210\text{kg/cm}^2$); $y=0,095 x + 17,516$ ($f_c=280\text{kg/cm}^2$) y $y=0,084x + 19,04$ ($f_c=350 \text{ kg/cm}^2$).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

La investigación demarca que la correlación entre la resistencia a compresión y módulo de rotura del concreto es lineal para un concreto convencional elaborado a partir de materiales proporcionados por la cantera seleccionada.

El MR obtenido aumenta de acuerdo a la resistencia a la compresión que posee el concreto elaborado.

La adición de fibras y materiales afecta la relación entre MR y f_c , lo que indica que la selección y la mezcla de materiales son importantes para optimizar la resistencia y durabilidad del concreto.

La humedad y la temperatura pueden tener un efecto diferente en la relación entre MR y f_c , lo que indica que es importante considerar estas variables al evaluar la resistencia del concreto.

La geometría de la muestra y la tasa de carga afectan la relación entre MR y f_c , lo que indica que es importante considerar estas variables al diseñar pruebas de resistencia del concreto.

Recomendaciones:

Considerar la edad del concreto al evaluar la correlación entre MR y f_c , ya que esto puede ayudar a predecir la resistencia a la flexión del concreto de acuerdo al tiempo de fraguado que este posea, lo que permitiría evaluar el comportamiento de la estructura en los primeros días de vaciado.

Investigar más a fondo las repercusiones de añadir elementos al concreto como son las fibras, puesto se observó variaciones en la correlación entre MR y f_c , teniendo la teoría que esto puede ayudar a optimizar la resistencia y durabilidad del concreto.

Desarrollar ecuaciones de regresión específicas para cada tipo de concreto y condiciones de ensayo, ya que esto puede ayudar a determinar de manera más concisa y directa cual será la resistencia a flexión que se obtendrá en cada tipo de concreto elaborado.

Realizar ensayos adicionales para validar las ecuaciones de regresión desarrolladas y asegurar su aplicabilidad en diferentes condiciones, ya que esto puede ayudar a garantizar la precisión de las predicciones.

Analizar los diseños de mezcla y su repercusión en los resultados de correlación compresión – flexión del concreto y estandarizarlos para poder obtener comportamientos más precisos a la hora de construir.

REFERENCIAS

1. Abdullah S, Alyousify S, Jalal H. Comparative study of using flexible and rigid pavements for roads:a review study. *Pure and Eng. Sciences*. 2020;; p. 222-234.
2. Chandrappa A, Prapoorna K. Investigation on Flexural Strength and Stiffness of Pervious Concrete for Pavement Applications. *Advances in Civil Engineering Materials*. 2018.
3. Ranjan D, Chandra U, Ranjan S. Strength and Stiffness Studies of Cement Stabilized Granular Lateritic Soil. *International Congress and Exhibition "Sustainable Civil Infrastructures: Innovative Infrastructure Geotechnology"*. 2017;; p. 320-336.
4. Chung K, Zhang C, Li Y, Sun L, Ghannam M. Microwave Non-Destructive Inspection and Prediction of Modulus of Rupture and Modulus of Elasticity of Engineered Cementitious Composites (ECCs) Using Dual-Frequency Correlation. *sensors*. 2017;; p. 1-16.
5. Xin Yuan , Wei Zheng , Chaoyu Zhu , Baijian Tang. Fatigue performance and life prediction of CFRP plate in the RC bridge roof reinforcement. *Latin American Journal of Solids and Structures*. 2020.
6. Yaowarat T, Suddeepong A, Hoy M, Horpibulsuk S, Takaikaew T, Vichitcholchai N, et al. Improvement of flexural strength of concrete pavements using natural rubber latex. *Construction and Building Materials*. 2021;; p. 1-11.
7. Hadi M, Al-Hedad A. Flexural fatigue behaviour of geogrid reinforced concrete pavements. *Construction and Building Materials*. 2020;; p. 1-9.
8. Trujillo PB, Guerrero MA. Effect of temperature gradients on the behaviour of jointed plain concrete pavements. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*. 2019;; p. 398-407.
9. Busari AA, Akinmusuru JO, Dahunsi BI. Review of Sustainability in Self-compacting Concrete: the Use of Waste and Mineral Additives as Supplementary Cementitious Materials and Aggregates. *Portugaliae Electrochimica Acta*. 2017;; p. 147-162.
10. Hesami S, Modarres A, Soltaninejad M. Mechanical properties of roller compacted concrete pavement containing coal waste and limestone powder as partial replacements of cement. *Construction and Building Materials*. 2017;; p. 506-517.
11. Salles , Balbo , Khazanovich. Non-destructive ultrasonic tomography for concrete pavement evaluation: signal processing and image analysis of crucial parameters. *IBRACON de estruturas e materiais*. 2017;; p. 1182-1191.

12. Shen A, Lin S, Guo Y, He T, Lyu Z. Relationship between flexural strength and pore structure of pavement concrete under fatigue loads and Freeze-thaw interaction in seasonal frozen regions. *Construction and Building Materials*. 2018;; p. 684-692.
13. Mendo A, Rojas C. Influencia de las fibras de polipropileno en la microfisuración por fatiga del concreto fabricado con relación agua - cemento 0.40 Y 0.50 y cemento Portland MS. Trujillo;; 2017.
14. Aguilar A, Gonzales R. Análisis y evaluación del comportamiento a la fatiga de un Pavimento rígido con Fibra Plástica de Polipropileno en el Altiplano. Puno;; 2017.
15. Aureliano I. Influencia de acero trefilado y plastificante en el mejoramiento de flexión y compresión del concreto usado para pavimentos rígidos, Trujillo, 2018. Trujillo;; 2018.
16. Chapoñán Cueva JM, Quispe Cirilo J. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaría-Nuevo Chimbote. Chimbote;; 2017.
17. Instituto Nacional de Defensa Civil. Estudio mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigación de la ciudad de Sullana. Sullana;; 2010.
18. García , Carreño. Nivel de deterioro del pavimento rígido en la calle San Juan desde la 1ra hasta la 6ta cuadra del distrito Sullana, provincia Sullana, departamento Piura y las principales causas que lo generan-año 2021. Sullana;; 2021.
19. Provías Nacional. Servicio de conservación de pavimento flexible en sectores críticos: En Alto Máncora - Cancas, de la carretera pavimentada: Sullana-Máncora-Puente la Paz. Piura;; 2021.
20. Sang L, Abu F, Xiaodi H, Brett H, Lubinda W. Alternative Laboratory Test Method and Correlations to Estimate Modulus of Rupture of Cement-Treated Base Materials. *National Academies*. 2017.
21. Hamidi F, Aslani F, Valizadeh A. Compressive and tensile strength fracture models for heavyweight geopolymer concrete. *Engineering Fracture Mechanics*. 2020;; p. 1-19.
22. Augustine E, Nasir K. Flexural Strength and Compressive Strength Relations of Spent Foundry Sand Concrete. *National Academies*. 2019.
23. Prakash R, Raman S, Divyah N, Subramanian C, Vijayaprabha C, Praveenkumar S. Fresh and mechanical characteristics of roselle fibre reinforced self-compacting

- concrete incorporating fly ash and metakaolin. *Construction and Building Materials*. 2021;; p. 1-14.
24. Chandrappa AK, Prapoorna Biligiri K. Flexural-fatigue characteristics of pervious concrete: Statistical distributions and model development. *Construction and Building Materials*. 2017;; p. 1-15.
 25. Shi D, Chen X. Flexural Tensile Fracture Behavior of Pervious Concrete under Static Preloading. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2018.
 26. Brañez J. Determinación de la correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del hormigón. *Ciencia Sur*. 2021;; p. 26-31.
 27. Huertas D, Michael J. Determinación del valor K mediante la correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales pétreos procedentes del Rio Sumapaz de la zona del Alto Magdalena en el sector denominado la Gran Curva. Alto Magdalena;; 2017.
 28. Maluf E, Pistilli M. Estudio sobre la correlación entre las resistencias a la compresión simple y a la flexotracción en hormigones utilizados en pavimentos rígidos. ; 2019.
 29. Quispe M, Quispe W. Análisis y determinación de la correlación entre el módulo de rotura y el esfuerzo a la compresión axial para pavimentos rígidos con agregados de las canteras de Huillque, Huambutio y Pisac – 2017. Cusco;; 2021.
 30. Machaca B, Vilavila J. Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, para diseño de pavimentos rígidos en concretos fast track con agregados de la cantera Isla del Distrito de Juliaca. Juliaca;; 2021.
 31. Davila H. Correlación (k) del $F'c$ con el M_r en concretos con reemplazo de polvo de vidrio en su composición. Lima;; 2021.
 32. Aguirre A. Correlación del módulo de rotura y resistencia a la compresión de un concreto para pavimento rígido usando diferentes tipos de agregado grueso y relaciones agua/cemento, Trujillo, 2021. Trujillo;; 2022.
 33. Flores , Mendoza. Análisis de la correlación del modulo de rotura (m_r) V.S. la resistencia a tracción indirecta ($f't$) y compresión ($f'c$) de concreto $f'c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días. Arequipa;; 2020.
 34. Cubas , Tafur. Correlación entre el esfuerzo de compresión y el módulo de rotura en concretos autocompactantes, utilizando agregados de las canteras Tres Tomas y La

- Victoria de la región Lambayeque y su aplicación en pavimentos rígidos. Lambayeque;; 2020.
35. Novoa. Influencia de la adición de FPP sobre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto MR=40kg/cm², Moyobamba 2020. Moyobamba;; 2020.
 36. Céspedes. Correlación entre resultados del Pull-Out test y ensayo de Rotura para determinar la resistencia a compresión del concreto, Lima 2021. Lima;; 2021.
 37. Barreto , Rondon. Correlación del módulo de rotura con la resistencia a la tracción indirecta y compresión del concreto del pavimento rígido del aeropuerto de Chiclayo. Chiclayo;; 2023.
 38. Guerra , Soyer , Arenales , Jhan. Análisis de la compatibilidad entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del concreto utilizado en el pavimento rígido de la vía de interconexión al C.P. San José, Distrito de Yarinacocha, año 2020. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali; 2020.
 39. Humaidi , Yanuar , Fajar. Correlation between Compressive Strength of Concrete and Flexural Strength of Concrete Using Local Aggregates. Journal of Mechanical Civil and Industrial Engineering. 2023;; p. 11-17.
 40. Federal Highway Administration. Lifecycle Cost Analysis RealCost User Manual. Research, Development, and Technology Turner-Fairbank Highway Research Center. 2023.
 41. Concrete Reinforcing Steel Institute. Design Guide for Economical Reinforced Concrete Structures. 2017.
 42. Habert , Miller , Provis , John. Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries. Nature Reviews Earth & Environment. 2020.
 43. Gupta , Chaudhary. State of the art review on Supplementary Cementitious Materials in India – I: An overview of legal perspective, governing organizations, and development patterns. Journal of Cleaner Production. 2020.
 44. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Suelos y pavimentos. In Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos.; 2014.
 45. Zhan Y, Qiang J, Liu C, Wang K. Effect of aggregate properties on asphalt pavement friction based on random forest analysis. Construction and Building Materials. 2021.

46. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. Lima.; 2009.
47. Mehrabi , Shariati , Kabirifar , Jarrah , Rasekh , Thoi , et al. Effect of pumice powder and nano-clay on the strength and permeability of fiber-reinforced pervious concrete incorporating recycled concrete aggregate. *Construction and Building Materials*. 2021.
48. Meena A, Surendranath A, Ramana P. Assessment of mechanical properties and workability for polyethylene terephthalate fiber reinforced concrete. *materialstoday:PROCEEDINGS*. 2021.
49. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos: MTC; 2013.
50. Sarde B, Yogesh P, Dholakiya. Evaluation of effectiveness of palm oil fuel ash as green filler and methyl methacrylate as additive in recycled PET resin polymer composite. *Journal of Building Engineering*. 2021.
51. Abu M, Zhuge Y, Hassanli R, Ellis M, Mizanur R, Levett P. Microwave radiation treatment to improve the strength of recycled plastic aggregate concrete. *Case Studies in Construction Materials*. 2021.
52. Asdollah , Heidari , Aliha. The effect of recycled PET bottles on the fracture toughness of polymer concrete. *Composites Communications*. 2021.
53. Mohammadjavad K, Faisal K, Fini E. State of the art in recycling waste thermoplastics and thermosets and their applications in construction. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021.
54. Chi L, Li W, Li Z, Zheng W, Shuang L, Qi L. Investigation of the hydration properties of cement with EDTA by alternative current impedance spectroscopy. *Cement and Concrete Composites*. 2022.
55. Lugeiyamu L, Kunlin M, Mensahn E, Faraz A. Utilización de residuos de tereftalato de polietileno (PET) como reemplazo parcial de betún en asfalto de masilla de piedra. *Materiales de construcción y edificación*. 2021.
56. Noroozi R, Shafabahhsh G, Ali K, Abolfazl M. Investigating the effects of recycled PET particles, shredded recycled steel fibers and Metakaolin powder on the properties of RCCP. *Construction and Building Materials*. 2019.

57. Li H, Yang J, Yu X, Zhang Y, Zhang L. Permeability prediction of pervious concrete based on mix proportions and pore characteristics. *Construction and Building Materials*. 2023.
58. Torre A. Curso básico de Tecnología de concreto. Guía de curso básico. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Perú; 2014.
59. Almeshal I, Tayeh B, Alyousef R, Alabduljabbar H, Mustafa A, Alaksar A. Use of recycled plastic as fine aggregate in cementitious composites: A review. *Construction and Building Materials*. 2020.
60. El Peruano. NTP 334.009:2020 CEMENTOS. El Peruano. 2020.
61. Rondón , Reyes. Pavimentos: Materiales, construcción y diseño Bogotá: ECOE; 2015.
62. McCormac J, Brown R. Diseño de concreto reforzado México: Alfa Omega; 2018.
63. Singh A, Pal P. Study on various properties of reinforced concrete – A review. *Materials Today: Proceedings*. 2022.
64. Martínez C, González B, Martínez F, Carro D. Performance of mussel shell as aggregate in plain concrete. *Construction and Building Materials*. 2017; 139.
65. Hassoun N, Manaseer A. *Structural Concrete: Theory and Design*: Wiley; 2020.
66. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. *Concreto Armado Norma E- 060*. Lima; 2019.
67. Tiegoum J, Mambou L, Assoua E, Eslami J, Pliya P, Bienvenu J, et al. Physical, mechanical properties and microstructure of concretes made with natural and crushed aggregates: Application in building construction. *Cleaner Materials*. 2023.
68. Lei B, Li W, Li Z, Sun Z. Effect of Cyclic Loading Deterioration on Concrete Durability: Water Absorption, Freeze-Thaw, and Carbonation. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2018.
69. Pérez D. *Diseño de mezcla de concreto para uso masivo: ALICIA CONCYTEC*; 2019.
70. Jordan J, Montoya J, Ocoró K. Comparación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto hidráulico. Pereira: Universidad Libre Sectorial de Pereria; 2017.
71. Khateeb G. *Design and Analysis of Rigid Pavements. Traffic and Pavement Engineering*. 2020.

72. Sarvesh R. Rigid and Flexible Pavement Designs in Construction. International Journal of Recent Technology and Engineering. 2020.
73. Bonilla , Quintana , Carrión , Martínez , Hernández , Gasca , et al. Análisis del comportamiento estructural de un pavimento de concreto estructuralmente reforzado continuo (PCERC). Instituto mexicano de transporte. 2017.
74. Partha R. Study on Rigid Pavement Analysis and Design. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. 2021.
75. Khasawneh M, Hussein T. The Influence of the AASHTO Rigid Pavement Design Equation Variables on the Load-Carrying Capacity of the Pavement Structure: A Parametric Study. International Journal of Structural and Civil Engineering Research. 2021.
76. Dagimwork , Mengistu. Design and Analytical Study of Pavements Under Conformance Criteria. International Journal of Scientific Research in Civil Engineering. 2019.
77. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Conservación Vial: MTC; 2013.
78. Akroyd. Concrete properties and manufacture; 2016.
79. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Especificaciones técnicas generales para la construcción Lima: MTC; 2013.
80. Evangelista. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto al incorporarle fibras luffa en el pavimento rígido del Jr. Sinchi Roca, Tambopata, 2020. Lima;; 2020.
81. Lamus F, Andrade S. Concreto reforzado: Fundamentos Bogotá: ECOE; 2015.
82. Corcuera , Vela. Impacto en la Resistencia a la Comprensión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero. ; 2018.
83. Guo J, Bao Y, Wang M. Steel slag in China: Treatment, recycling, and management. 2018; 78.
84. YongChang G, Jianhe X, Wenyu Z, Jianglin L. Effects of steel slag as fine aggregate on static and impact behaviours of concrete. 2018; 192.
85. Creswell , Creswell. Research Design: SAGE Publications, Inc; Sixth edición; 2022.

86. Kumar. *Research Methodology: A Step-by-Step Guide for Beginners* 5th Edición: SAGE Publications Ltd; 2019.
87. Montgomery. *Design and Analysis of Experiments*, 10th Edition: Wiley; 2019.
88. Peñaloza. *Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto reciclado usando neumáticos triturados como reemplazo del 10% y 30% del volumen del agregado fino para un concreto con fines de uso estructural* Colombia; 2015.
89. Garay L, Quispe C. *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)*. Tesis de pregrado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima; 2016.
90. Curbelo B. *Concreto Estructura* Armenia; 2015.
91. Olmedo J. *Elementos del concreto reforzado* Ibagué: Netizen; 2017.
92. Godoy Oddone AJ, Raúl Francisco RD. *Patología de pavimentos rígidos en la ciudad de Asunción*. FIUNA. 2016.
93. Elizondo , Monge , Guillermo , Navas. *Evaluación del Comportamiento de la Fatiga de una Mezcla de Concreto MR-45 MPa con Adición de Polipropileno*. RIOC: Revista Ingeniería de Obras Civiles. 2013.
94. Álvarez , Martínez. *Variabilidad de resultados en la modelación numérica de pisos industriales, alternando el módulo de rotura del concreto*. Universidad Católica de Colombia. 2015.
95. Rocha Pitta. *Estado del arte de los pavimentos de concreto compactado con rodillo*. In.; 2016.
96. Mehta , Monteiro. *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*, 4th Edition: McGraw-Hill Education; 2014.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO N°01: PRUEBAS DE NORMALIDAD

Criterio de decisión:

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a .

Si $p >= 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a

Tabla A1.1

Prueba de normalidad de concreto 175 kg/cm²

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,860	30	0,001
Flexión	0,870	30	0,002

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla A1.2

Prueba de normalidad de concreto 210 kg/cm²

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,768	30	0,000
Flexión	0,880	30	0,003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla A1.3

Prueba de normalidad de concreto 280 kg/cm²

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,832	30	0,000
Flexión	0,923	30	0,033

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla A1.4

Prueba de normalidad de concreto 350 kg/cm²

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,809	30	0,000
Flexión	0,934	30	0,063

a. Corrección de significación de Lilliefors


Bances Piscoga Jesus Manuel
LICENCIADO EN ESTADISTICA
COESPE N° 1550

Tabla A1.5

Prueba de normalidad de concreto a los 7 días.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,862	40	0,000
Flexión	0,896	40	0,001

a. Corrección de significación de Lilliefors**Tabla A1.6**

Prueba de normalidad de concreto a los 14 días.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,862	40	0,000
Flexión	0,896	40	0,001

a. Corrección de significación de Lilliefors**Tabla A1.7**

Prueba de normalidad de concreto a los 28 días.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	0,885	40	0,001
Flexión	0,881	40	0,001

a. Corrección de significación de Lilliefors**Tabla A1.8**

Prueba de normalidad de concreto (todos los datos).

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	,944	120	,000
Flexión	,974	120	,019

a. Corrección de significación de Lilliefors

ANEXO N°02: PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Tabla A2.1:

Prueba de hipótesis concreto $f'c=175$ kg/cm²

		Compresión	Flexión	
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000	
		Sig. (bilateral)	,906**	
		N	30	
	Flexión	Coefficiente de correlación	,906**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
		N	30	
	**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

Tabla A2.2

Prueba de hipótesis concreto $f'c=210$ kg/cm²

		Compresión	Flexión	
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000	
		Sig. (bilateral)	,869**	
		N	30	
	Flexión	Coefficiente de correlación	,869**	
		Sig. (bilateral)	0,000	
		N	30	
	**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

Tabla A2.3

Prueba de hipótesis concreto $f'c=280$ kg/cm²

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000
			,911**


Bances Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

	Sig. (bilateral)		0,000
	N	30	30
Flexión	Coeficiente de correlación	,911**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	30	30
	**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).		

Tabla A2.4
Prueba de hipótesis concreto $f^c=350$ kg/cm²

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación	1,000	,914**
	Compresión		
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	30	30
Flexión	Coeficiente de correlación	,914**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	30	30
	**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).		

Tabla A2.5
Prueba de hipótesis concreto 7 días

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación	1,000	,936**
	Compresión		
	Sig. (bilateral)		,000
	N	40	40
Flexión	Coeficiente de correlación	,936**	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	40	40
	**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).		


Bances Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A2.6

Prueba de hipótesis concreto 14 días

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,941**
		N	40
Flexión	Flexión	Coefficiente de correlación	,941**
		Sig. (bilateral)	,000
		N	40

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla A2.7

Prueba de hipótesis concreto 28 días

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,944**
		N	40
Flexión	Flexión	Coefficiente de correlación	,944**
		Sig. (bilateral)	,000
		N	40

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla A2.8

Prueba de hipótesis (todos los datos)

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,935**
		N	120
			0,000


Banco Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Flexión	Coefficiente de correlación	,935**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	120	120

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

ANEXO N°03: CORRELACIONES:

Tabla A3.1

Correlación para concreto $f^c=175$ kg/cm²

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,906**
		N	30
	Flexión	Coefficiente de correlación	,906**
		Sig. (bilateral)	1,000
		N	30

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla A3.2

Correlación para concreto $f^c=210$ kg/cm²

		Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,869**
		N	30
	Flexión	Coefficiente de correlación	,869**
		Sig. (bilateral)	1,000
		N	30

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).


Bances Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A3.3Correlación para concreto $f'c=280$ kg/cm²

Rho de Spearman	Compresión	Coeficiente de correlación	Compresión	Flexión
			1,000	,911**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	30	30
	Flexión	Coeficiente de correlación	,911**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	30	30

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).**Tabla A3.4**Correlación para concreto $f'c=350$ kg/cm²

Rho de Spearman	Compresión	Coeficiente de correlación	Compresión	Flexión
			1,000	,914**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	30	30
	Flexión	Coeficiente de correlación	,914**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	30	30

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).**Tabla A3.5**

Correlación para concreto 7 días.

Rho de Spearman	Compresión	Coeficiente de correlación	Compresión	Flexión
			1,000	,936**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	40	40
	Flexión	Coeficiente de correlación	,936**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	40	40

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).


Bances Piscoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A3.6

Correlación para concreto 14 días.

			Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000	,941**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	40	40
	Flexión	Coefficiente de correlación	,941**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	40	40

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla A3.7

Correlación para concreto 28 días.

			Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000	,944**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	40	40
	Flexión	Coefficiente de correlación	,944**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	40	40

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla A3.8

Correlación para concreto (todos los datos)

			Compresión	Flexión
Rho de Spearman	Compresión	Coefficiente de correlación	1,000	,935**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	120	120
	Flexión	Coefficiente de correlación	,935**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	120	120

****.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Bancés
 Bancés Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

ANEXO N°04: REGRESIONES:

Tabla A4.1

Resumen del modelo de regresión para concreto $f'c=175$ kg/cm²

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,986 ^a	0,971	0,97	0,73386

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.2

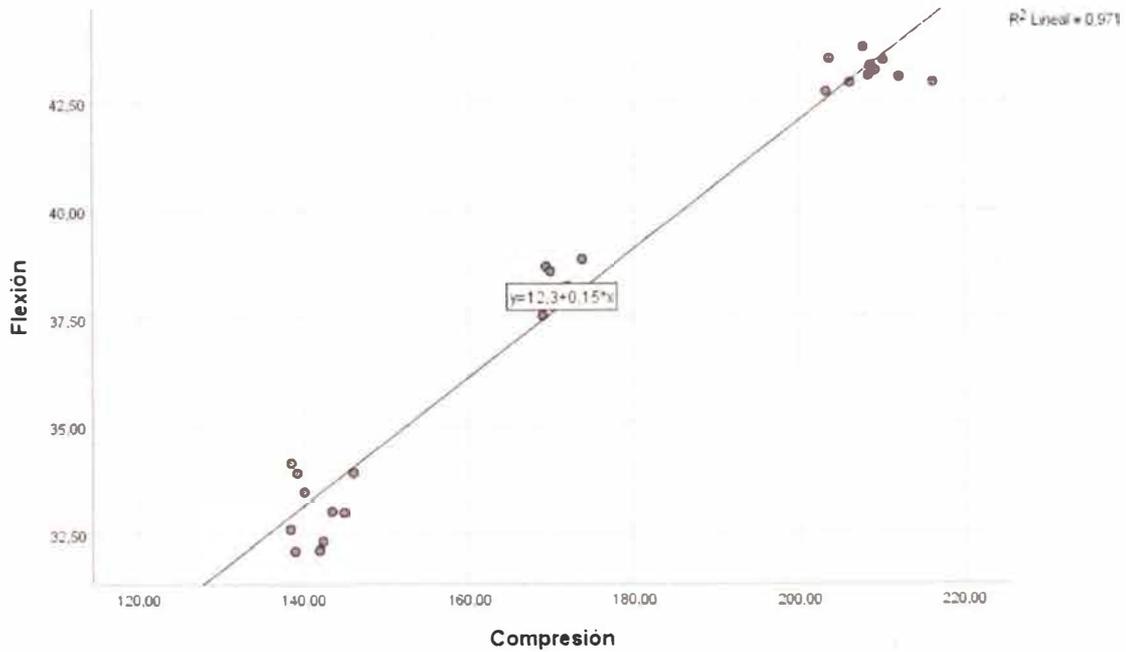
Coefficientes de regresión para concreto $f'c=175$ kg/cm²

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1 (Constante)	12,3	0,851		14,454	0
Compresión	0,149	0,005	0,986	30,756	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.1

Regresión para concreto $f'c=175$ kg/cm²



Banc
Bances Piscocya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A4.3

Resumen del modelo de regresión para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,916 ^a	0,839	0,833	1,75808

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.4

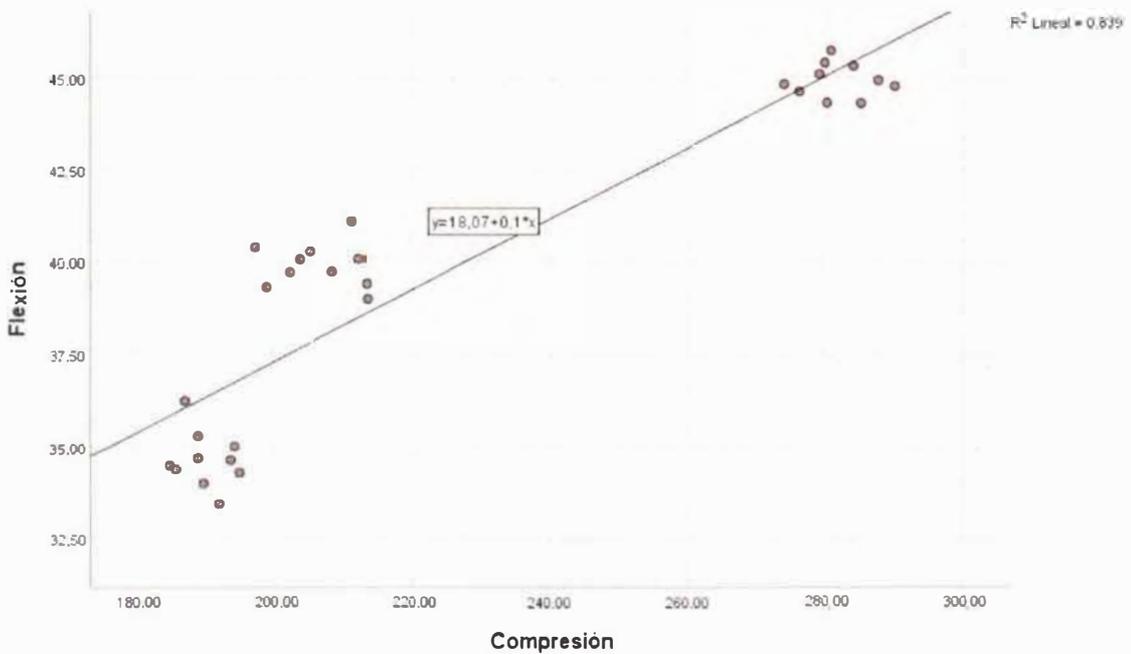
Coefficientes de regresión para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error			
1 (Constante)	18,071	1,832		9,863	0
Compresión	0,096	0,008	0,916	12,061	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.2

Regresión para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



B. J. M.
Bances Piscoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A4.5

Resumen del modelo de regresión para concreto $f'c=280$ kg/cm²

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,973 ^a	0,947	0,945	1,0103

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.6

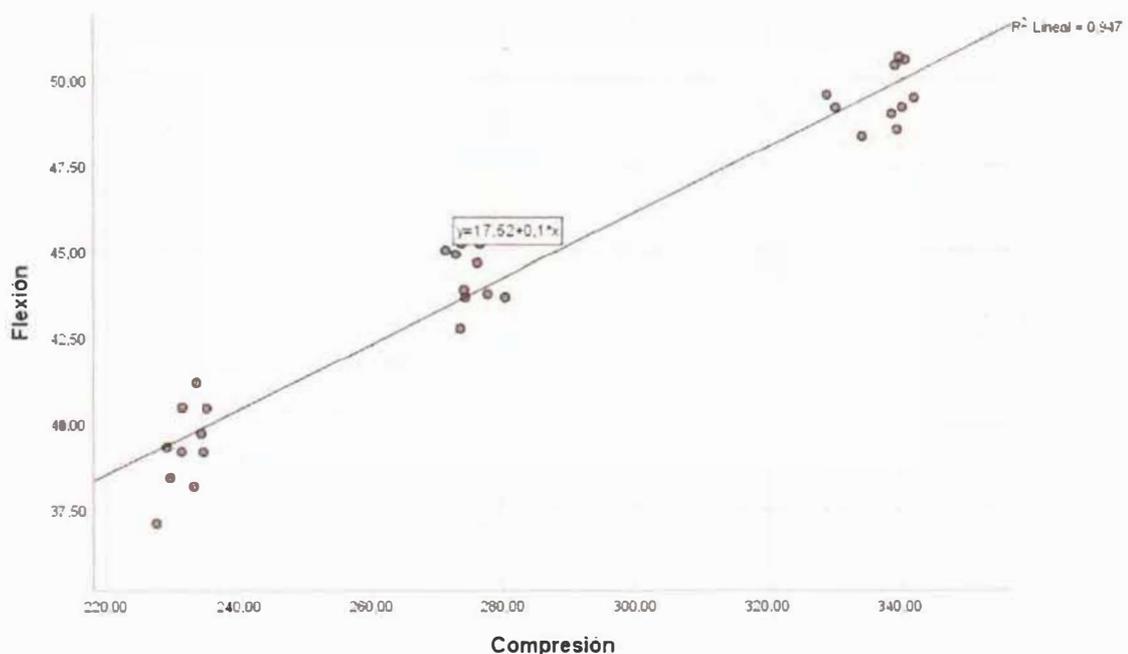
Coefficientes de regresión para concreto $f'c=280$ kg/cm²

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	17,516	1,212		14,453	0
	Compresión	0,095	0,004	0,973	22,415	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.3

Regresión para concreto $f'c=280$ kg/cm²



Buaf²
 Bances Piscoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A4.7

Resumen del modelo de regresión para concreto $f'c=350$ kg/cm²

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,930 ^a	0,865	0,86	1,63016

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.8

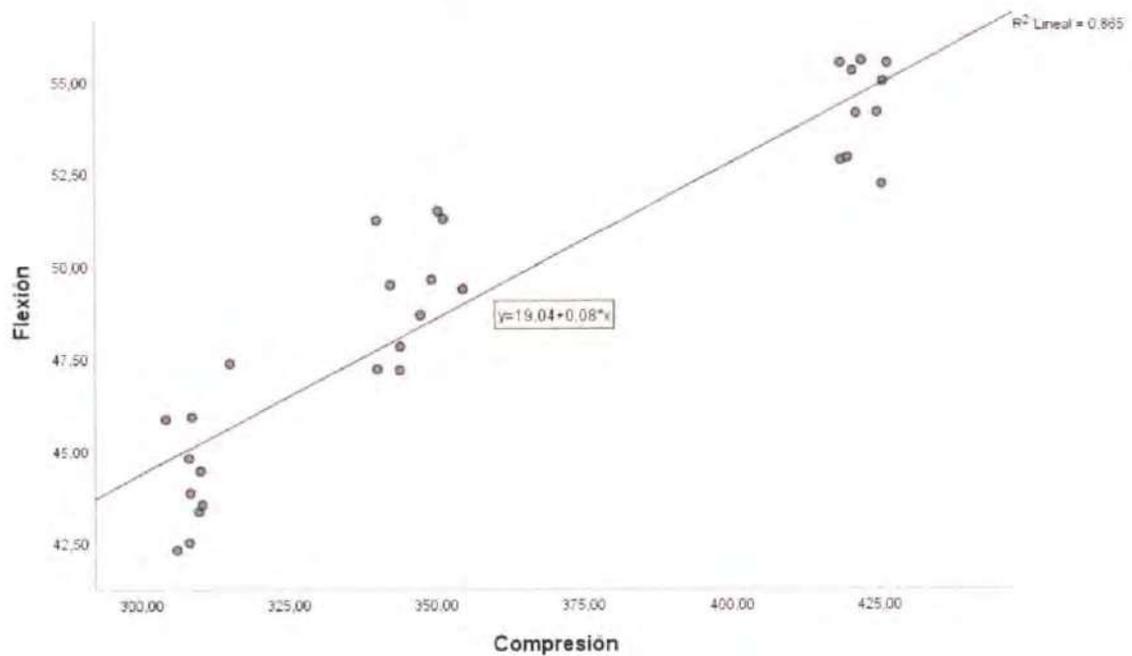
Coefficientes de regresión para concreto $f'c=350$ kg/cm²

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	19,038	2,277		8,362	0
	Compresión	0,084	0,006	0,93	13,412	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.4

Regresión para concreto $f'c=350$ kg/cm²



Banc
Bances Piscoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A4.9

Resumen del modelo de regresión para concreto 7 días

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,959 ^a	0,92	0,918	1,31532

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.10

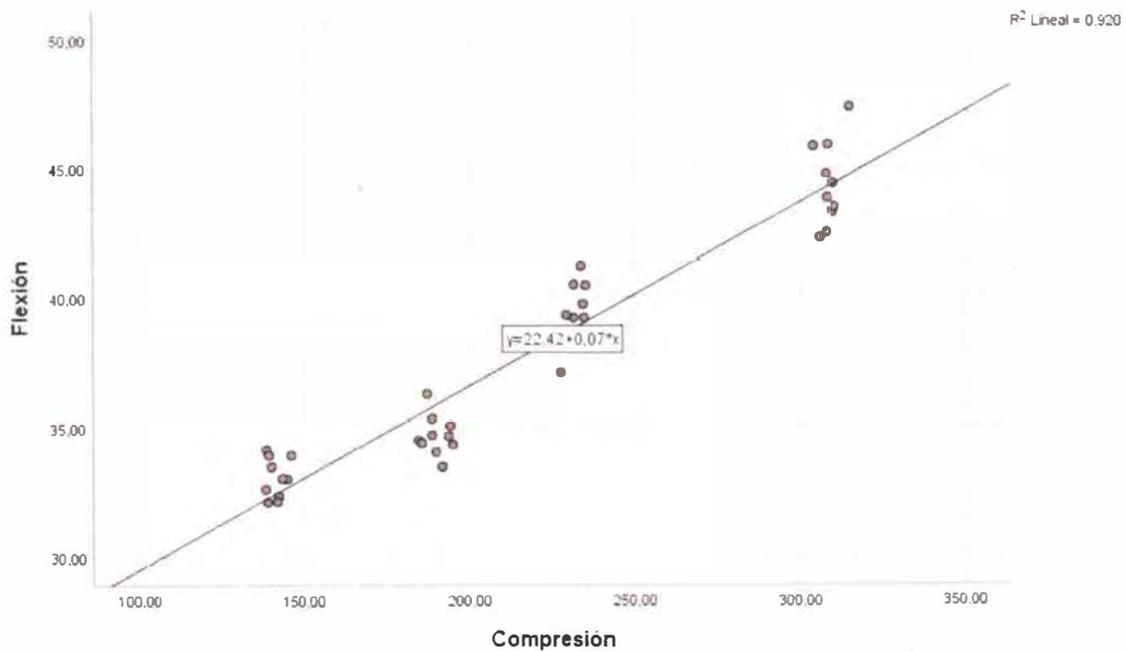
Coefficientes de regresión para concreto 7 días

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error			
1 (Constante)	22,419	0,765		29,293	0
Compresión	0,071	0,003	0,959	20,952	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.5

Regresión para concreto 7 días



B. P.
Bances Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A4.11

Resumen del modelo de regresión para concreto 14 días

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,976 ^a	0,952	0,95	0,99492

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.12

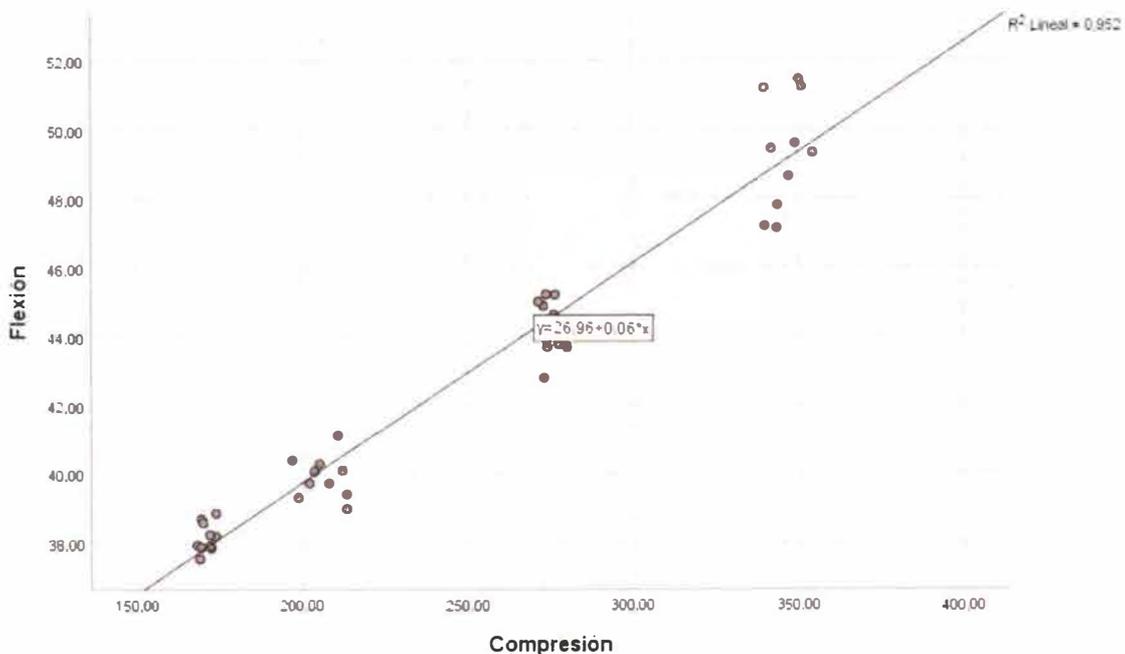
Coeficientes de regresión para concreto 14 días

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta			
1 (Constante)	26,962	0,604			44,608	0
Compresión	0,064	0,002		0,976	27,334	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.6

Regresión para concreto 14 días



Jesus Manuel
Bancos Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A4.13

Resumen del modelo de regresión para concreto 28 días

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,965 ^a	0,932	0,93	1,169

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.14

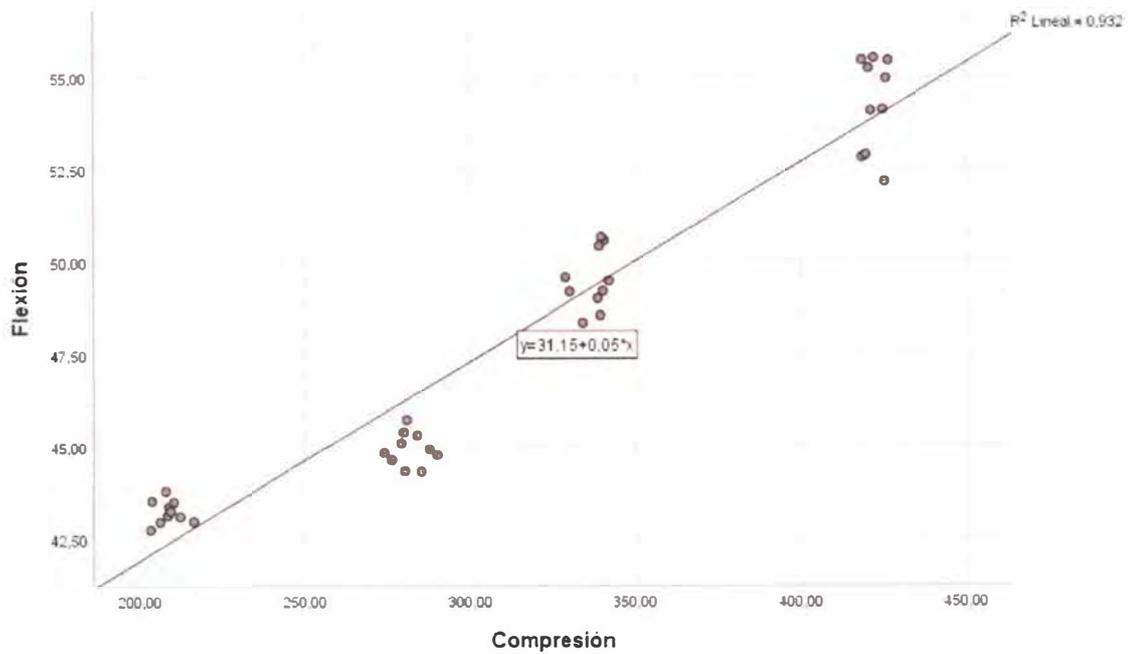
Coefficientes de regresión para concreto 28 días

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error			
				Beta	
1 (Constante)	31,151	0,761		40,946	0
Compresión	0,054	0,002	0,965	22,792	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.7

Regresión para concreto 28 días



[Handwritten signature]
 Bances Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

Tabla A4.14

Resumen del modelo de regresión para concreto (todos los datos)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,941 ^a	0,886	0,885	2,06345

a. Predictores: (Constante), Compresión

Tabla A4.14

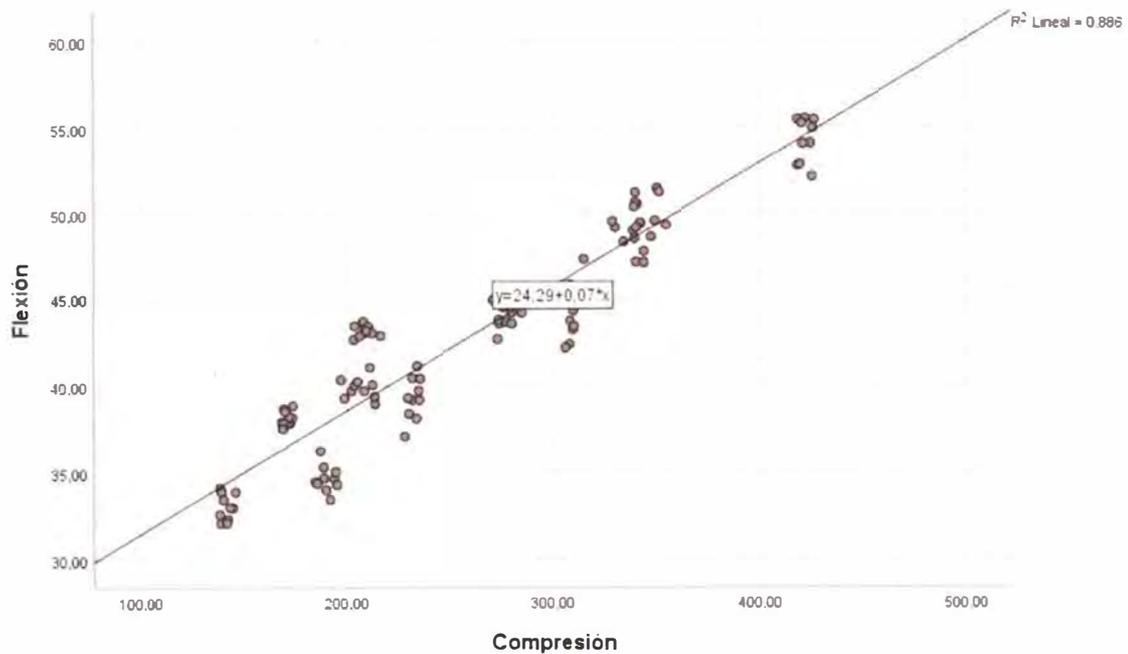
Coefficientes de regresión para concreto (todos los datos)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	24,292	0,643		37,798	0
	Compresión	0,072	0,002	0,941	30,305	0

a. Variable dependiente: Flexión

Figura A4.8

Regresión para concreto (todos los datos)



Bances
Bances Piscocoya Jesus Manuel
 LICENCIADO EN ESTADISTICA
 COESPE N° 1550

ANEXO N°05:
ENSAYOS DE LABORATORIO



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C - 136

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. SULLANA, PIURA"

MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO

CANTERA: CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE

MUESTRA: ACOPIO

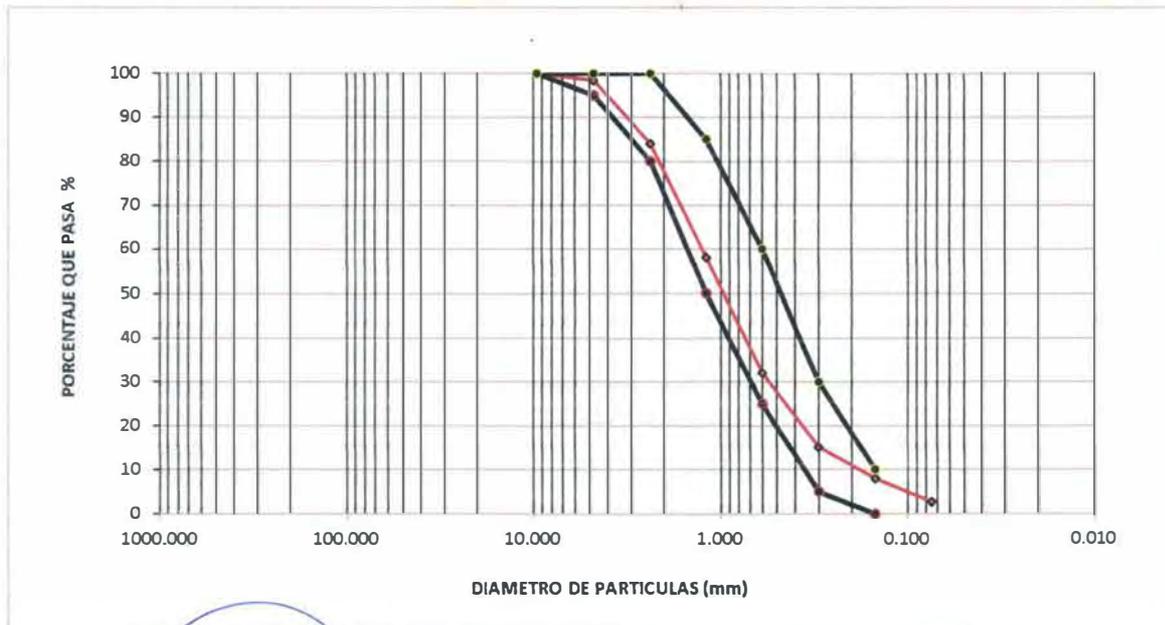
DATOS DE LA MUESTRA

FECHA: 2/08/2023

TAMAÑO MÁXIMO: 3/8"

PESO INICIAL SECO: 415 g

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES
3"	76.200						Peso Malla 200: 1.2%
2"	50.800						Eq. Arena: 79%
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0	100 100	
N°4	4.750	6.4	1.5	1.5	98.5	95 100	
N°8	2.360	59.9	14.4	16.0	84.0	80 100	
N°10	2.000						
N°16	1.190	107.4	25.9	41.9	58.1	50 85	
N°30	0.600	108.3	26.1	68.0	32.0	25 60	Módulo de fineza: 2.96
N°40	0.420						
N°50	0.300	70.1	16.9	84.8	15.2	5 30	
N°100	0.150	29.8	7.2	92.0	8.0	0 10	
N°200	0.075	21.7	5.2	97.3	2.7		
<N°200	FONDO	11.4	2.7	100.0	0.0		



FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

[Signature]
Eusebio Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

CAL ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C - 136

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"
MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO
CANTERA: CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA
MUESTRA: ACOPIO

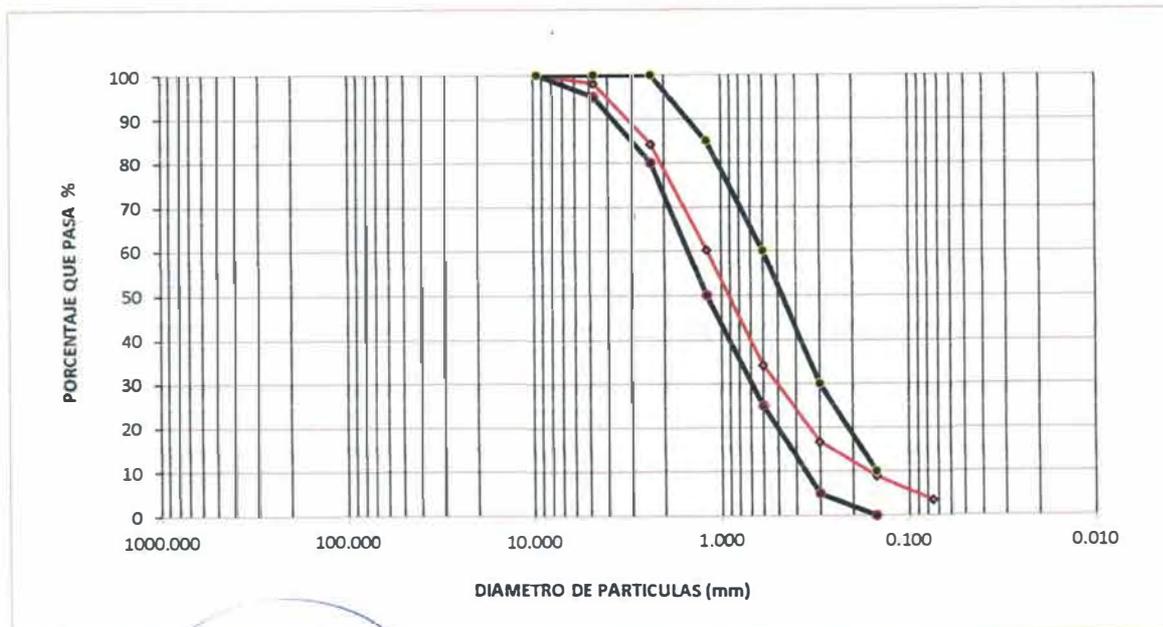
DATOS DE LA MUESTRA

FECHA: 2/08/2023

TAMAÑO MÁXIMO: 3/8"

PESO INICIAL SECO: 630 g

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES
3"	76.200						
2"	50.800						Peso Malla 200: 1.2%
1 1/2"	38.100						Eq. Arena: 79%
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.0	100 100	
N°4	4.750	11.8	1.9	1.9	98.1	95 100	
N°8	2.360	87.3	13.9	15.7	84.3	80 100	
N°10	2.000						
N°16	1.190	151.8	24.1	39.8	60.2	50 85	
N°30	0.600	163.6	26.0	65.8	34.2	25 60	Módulo de fineza: 3.03
N°40	0.420						
N°50	0.300	110.4	17.5	83.3	16.7	5 30	
N°100	0.150	48.6	7.7	91.0	9.0	0 10	
N°200	0.075	34.3	5.4	96.5	3.5		
<N°200	FONDO	22.2	3.5	100.0	0.0		





LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

MATERIAL QUE PASA N°200
NORMA MTC E-202

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA:	2/08/2023
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paiza		
MUESTRA	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

TARA	PESO INICIAL SECO gr	PESO DESPUÉS DEL LAVADO gr	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN	CONDICIÓN
1	500	494.1	1.2	Máx 3%	CUMPLE
2	500	493.7	1.3		CUMPLE


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

MATERIAL QUE PASA N°200
NORMA MTC E-202

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"					
MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO		FECHA: 208/2023			
CANTERA: CANTERA MALINGAS (TAMBOGRANDE)					
MUESTRA: ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA					
TARA	PESO INICIAL SECO gr	PESO DESPUÉS DEL LAVADO gr	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN	CONDICIÓN
1	500	492.9	1.4	Máx 3%	CUMPLE
2	500	494.5	1.1		CUMPLE


Exsequiel Quispe Ovallo
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

MATERIAL QUE PASA N°200
NORMA MTC E-202

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"					
MATERIAL		ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO		FECHA: 2/08/2023	
CANTERA:		SANTA CRUZ QUERCOTILLO SULLANA			
MUESTRA		ACOPIO			
DATOS DE LA MUESTRA					
TARA	PESO INICIAL SECO gr	PESO DESPUÉS DEL LAVADO gr	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN	CONDICIÓN
1	500	495.3	0.94	Máx 3%	CUMPLE
2	500	494.8	1.04		CUMPLE


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

EQUIVALENTE DE ARENA NORMA MTC E-114

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"						
MATERIAL	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO			FECHA:	2/08/2023	
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paíta					
MUESTRA	ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		10:35	10:37	10:39		
Hora de salida de saturación (más 10")		10:45	10:47	10:49		
Hora de entrada a decantación		10:47	10:49	10:51		
Hora de salida de decantación (más 20")		11:07	11:09	11:11		
Altura máxima de material fino	pulg	3.7	3.6	3.5		
Altura máxima de la arena	pulg	2.9	2.8	2.8		
Equivalente de Arena	%	78	78	80		79


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

EQUIVALENTE DE ARENA NORMA MTC E-114

PROYECTO:		"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"				
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA:		2/08/2023		
CANTERA:	CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE					
MUESTRA:	ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA						
DETALLE						PROMEDIO
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		14.45	14.47	14.49		
Hora de salida de saturación (más 10")		14.55	14.57	14.59		
Hora de entrada a decantación		14.57	14.59	15.01		
Hora de salida de decantación (más 20")		15.17	15.19	15.21		
Altura máxima de la arena	pulg	3.52	3.73	3.75		
Altura máxima de la arena	pulg	2.84	3.04	2.98		
Equivalente de Arena	%	81	82	80		81


Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES · CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

EQUIVALENTE DE ARENA NORMA MTC E-114

PROYECTO:		"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"				
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA:		2/08/2023		
CANTERA:	CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA					
MUESTRA:	ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA						
DETALLE						PROMEDIO
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		10.40	10.42	10.44		
Hora de salida de saturación (más 10")		10.50	10.52	10.54		
Hora de entrada a decantación		10.52	10.54	10.56		
Hora de salida de decantación (más 20")		11.12	11.14	11.16		
Altura máxima de la arena	pulg	3.83	3.86	3.72		
Altura máxima de la arena	pulg	3.12	3.14	3.08		
Equivalente de Arena	%	82	82	83		82


 Exsequiel Caray Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 · E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO VARILLADO DE LOS AGREGADOS NORMA MTC E-203

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. SULLANA. PIURA"		
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA:	3/08/2023
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paiza		
MUESTRA:	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO FINO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9470	9462	9480		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3440	3432	3450		
Volumen	cm3	2113	2113	2113		
Peso de la muestra	gr	1628	1624	1633		
Peso unitario suelto	gr/cm3					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario suelto	gr/cm3	1628	1624	1633		1628

DATOS DE LA MUESTRA

PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO FINO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9745	9750	9724		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3715	3720	3694		
Volumen	cm3	2113	2113	2113		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1758	1761	1748		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara						
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario compactado seco	%	1758	1761	1748		1756

Essequiel Curay Oballe
TEC. SUBSOLUCIONES Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



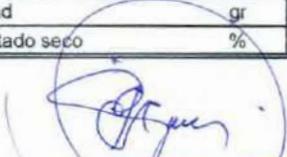
LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO VARILLADO DE LOS AGREGADOS

NORMA MTC E-203

PROYECTO:		"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"				
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA:		3/08/2023		
CANTERA:	CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE					
MUESTRA:	ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA						
PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO FINO)						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9476	9464	9483		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3446	3434	3453		
Volumen	cm3	2113	2113	2113		
Peso de la muestra	gr	1.631	1.625	1.634		
Peso unitario suelto	gr/cm3					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario suelto	gr/cm3	1.631	1.625	1.634		1.630
DATOS DE LA MUESTRA						
PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO FINO)						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9748	9750	9724		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3718	3720	3694		
Volumen	cm3	2113	2113	2113		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1.760	1.761	1.748		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara						
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario compactado seco	%	1.760	1.761	1.748		1.756


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO VARILLADO DE LOS AGREGADOS

NORMA MTC E-203

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"						
MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO		FECHA: 3/08/2023				
CANTERA: CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA						
MUESTRA: ACOPIO						
DATOS DE LA MUESTRA						
PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO FINO)						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9472	9467	9481		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3442	3437	3451		
Volumen	cm3	2113	2113	2113		
Peso de la muestra	gr	1.629	1.627	1.633		
Peso unitario suelto	gr/cm3					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario suelto	gr/cm3	1.629	1.627	1.633		1.630
DATOS DE LA MUESTRA						
PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO FINO)						
DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	9753	9758	9747		
Peso del recipiente	gr	6030	6030	6030		
Peso de la muestra	gr	3723	3728	3717		
Volumen	cm3	2113	2113	2113		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1.762	1.764	1.759		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara						
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario compactado seco	%	1.762	1.764	1.759		1.762


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

GRVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMA MTC E-114

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"					
MATERIAL	ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO			FECHA:	3/08/2023
CANTERA:	PAMPA MONITA Km 11-000 Ruta Sullana Paiza				
MUESTRA	ACOPIO				
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO FINO					
A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	500	500		
B	Peso Frasco + agua	638.3	639.1		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1138.3	1139.1		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	947.5	947.8		
E	Vol. de masa + vol de vacío= C-D (gr)	190.8	191.3		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	494.5	493.9		
G	Vol de masa= E-(A-F) (gr)	185.3	185.2		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca)=F/E	2.592	2.582		2.587
	Pe bulk (Base saturada)=A/E	2.621	2.614		2.618
	Pe aparente (Base seca)=F/G	2.669	2.667		2.668
	% de absorción= ((A-F)/F)*100	1.112	1.235		1.174


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUJOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

GRVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMA MTC E-114

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"						
MATERIAL ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO			FECHA:		3/08/2023	
CANtera: CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE						
MUESTRA ACOPIO						
DATOS DE LA MUESTRA						
AGREGADO FINO						
A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	500	500	500		
B	Peso Frasco + agua	639.9	639.8	638.8		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1139.9	1139.8	1138.8		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	948.6	948.7	948.19		
E	Vol. de masa + vol de vacío= C-D (gr)	191.3	191.1	190.61		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	491.4	493.9	491.4		
G	Vol de masa= E-(A-F) (gr)	182.7	185	182.01		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca)=F/E	2.569	2.585	2.578		2.577
	Pe bulk (Base saturada)=A/E	2.614	2.616	2.623		2.618
	Pe aparente (Base seca)=F/G	2.690	2.670	2.700		2.686
	% de absorción= ((A-F)/F)*100	1.750	1.235	1.750		1.578


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

GRVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMA MTC E-114

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"						
MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO			FECHA:		3/08/2023	
CANTERA: CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA						
MUESTRA: ACOPIO						
DATOS DE LA MUESTRA						
AGREGADO FINO						
A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	300	300	300		
B	Peso Frasco + agua	684.38	684	684.98		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	984.38	984	984.98		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	870.1	869.7	870		
E	Vol. de masa + vol de vacío= C-D (gr)	114.28	114.3	114.98		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	294.8	294.7	294.8		
G	Vol de masa= E-(A-F) (gr)	109.08	109	109.78		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca)=F/E	2.580	2.578	2.564		2.574
	Pe bulk (Base saturada)=A/E	2.625	2.625	2.609		2.620
	Pe aparente (Base seca)=F/G	2.703	2.704	2.685		2.697
	% de absorción= ((A-F)/F)*100	1.764	1.798	1.764		1.775


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

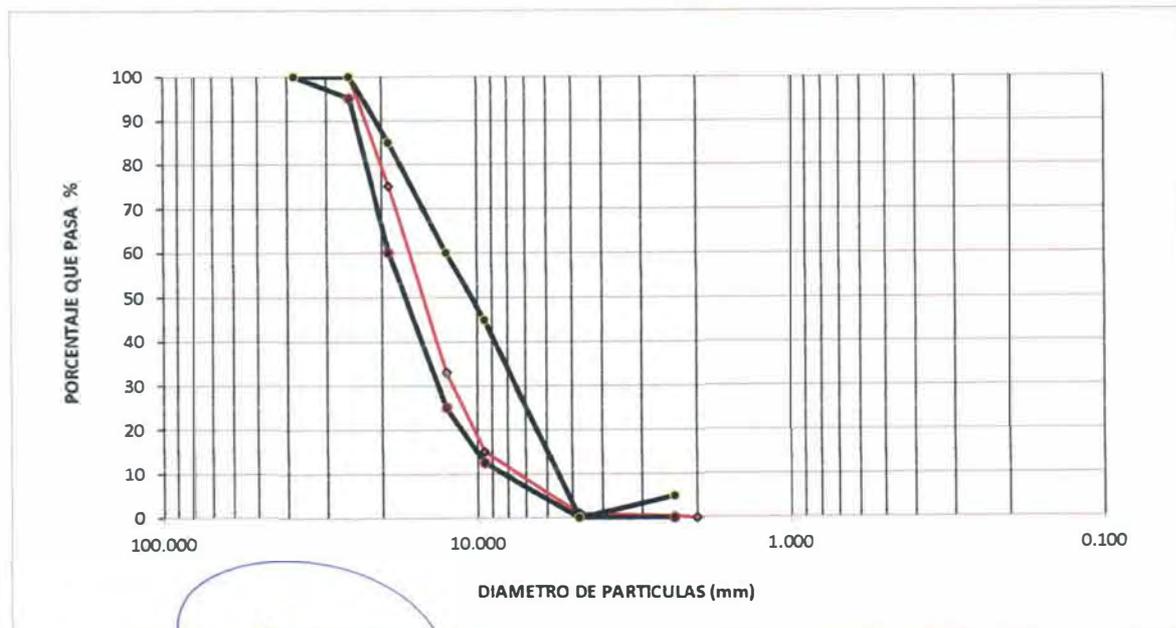
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

PROYECTO: "CORRELACION ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. SULLANA. PIURA"
MATERIAL: GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO
CANTERA: PAMPA BONITA Km 11-000 Ruta Sullana Paita
MUESTRA: ACOPIO
FECHA: 4/08/2023

DATOS DE LA MUESTRA

PESO INICIAL SECO: 7241 g

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 100	
1"	25.400				100.0	95 100	
3/4"	19.050	1805.0	24.9	24.9	75.1		
1/2"	12.500	3048.0	42.1	67.0	33.0	25 60	
3/8"	9.500	1306.0	18.0	85.1	14.9		
N°4	4.750	1007.0	13.9	99.0	1.0	0 10	
N°8	2.360	48.0	0.7	99.6	0.4	0 5	
N°10	2.000	27.0	0.4	100.0	0.0		
N°16	1.190						
N°30	0.600						
N°40	0.420						Tamaño máx. : 1 1/2"
N°50	0.300						Módulo de Fineza : 7.09
N°100	0.150						
N°200	0.075						
<N°200	FONDO						



FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C - 136

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"
MATERIAL: GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO
CANTERA: CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE
MUESTRA: ACOPIO

FECHA: 4/08/2023

DATOS DE LA MUESTRA

PESO INICIAL SECO: 10000 g

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 100	
1"	25.400	363.0	3.6	3.6	96.4	95 100	
3/4"	19.050	2148.0	21.5	21.5	74.9		
1/2"	12.500	3089.0	30.9	52.4	44.0	25 60	
3/8"	9.500	1937.0	19.4	71.7	24.6		
N°4	4.750	1864.0	24.3	96.0	0.3	0 10	
N°8	2.360					0 5	
N°10	2.000						
N°16	1.190						
N°30	0.600						
N°40	0.420						Tamaño máx. : 1 1/2"
N°50	0.300						Módulo de Fineza : 6.3
N°100	0.150						
N°200	0.075						
<N°200	FONDO						



FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUPERIOR EN CONCRETO Y ASFALTO

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

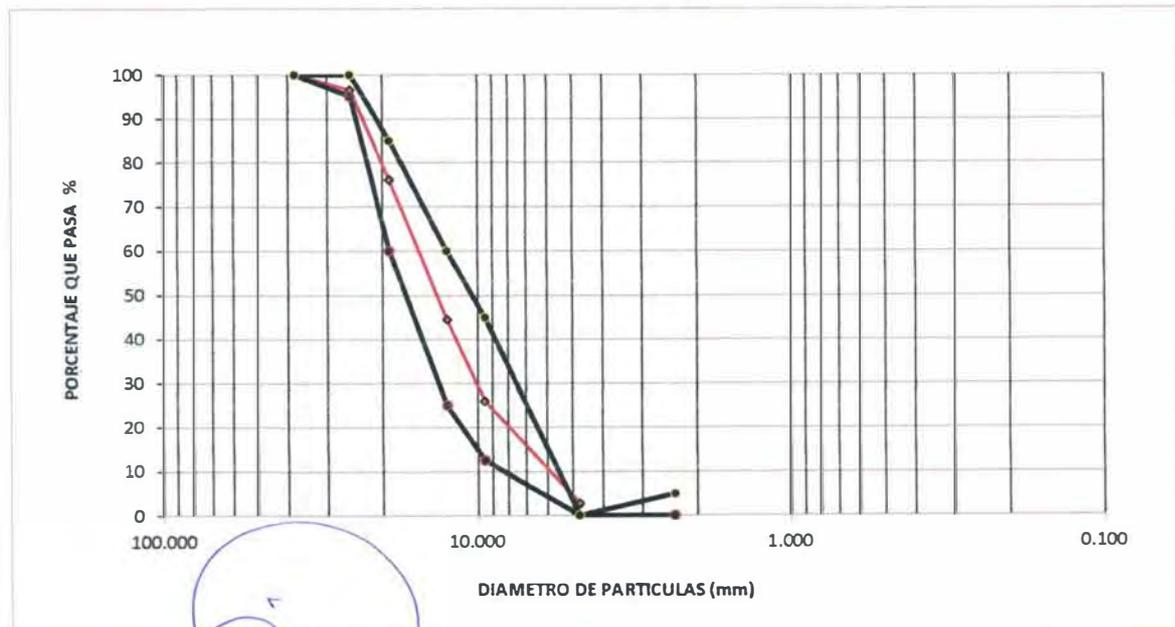
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"
MATERIAL: GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO **FECHA:** 4/08/2023
CANTERA: CANTERA SANTA CRUZ QUERCOTILLO SULLANA
MUESTRA: ACOPIO

DATOS DE LA MUESTRA

PESO INICIAL SECO: 10000 g

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIONES
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 100	
1"	25.400	353.0	3.5	3.5	96.5	95 100	
3/4"	19.050	2043.0	20.4	20.4	76.0		
1/2"	12.500	3149.0	31.5	51.9	44.6	25 60	
3/8"	9.500	1868.0	18.7	70.6	25.9		
N°4	4.750	2311.0	23.1	93.7	2.8	0 10	
N°8	2.360					0 5	
N°10	2.000						
N°16	1.190						
N°30	0.600						
N°40	0.420						Tamaño máx. : 1 1/2"
N°50	0.300						Módulo de Fineza : 6.35
N°100	0.150						
N°200	0.075						
<N°200	FONDO						



FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO

 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO VARILLADO DE LOS AGREGADOS NORMA MTC E-203

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	4/08/2023
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11-000 Ruta Sullana Paíta		
MUESTRA:	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO GRUESO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	19214	19224	19249		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	14370	14380	14405		
Volumen	cm3	9630	9630	9630		
Peso de la muestra	gr	1.492	1.493	1.496		
Peso unitario suelto	gr/cm3					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario suelto	gr/cm3	1.492	1.493	1.496		1.494

DATOS DE LA MUESTRA

PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO GRUESO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	20431	20411	20389		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	15587	15567	15545		
Volumen	cm3	9630	9630	9630		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1.619	1.617	1.614		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara						
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	gr					
Peso unitario compactado seco	%	1.619	1.617	1.614		1.616


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO VARILLADO DE LOS AGREGADOS NORMA MTC E-203

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	4/08/2023
CANTERA:	CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE		
MUESTRA:	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO GRUESO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	19205	19194	19210		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	14361	14350	14366		
Volumen	cm3	9630	9630	9630		
Peso de la muestra	gr	1.491	1.490	1.492		
Peso unitario suelto	gr/cm3					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario suelto	gr/cm3	1.491	1.490	1.492		1.491

DATOS DE LA MUESTRA

PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO GRUESO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	20401	20390	20378		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	15557	15546	15534		
Volumen	cm3	9630	9630	9630		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1.615	1.614	1.613		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara						
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario compactado seco	%	1.615	1.614	1.613		1.614

Exsequiel Oyar Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES · CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO VARILLADO DE LOS AGREGADOS NORMA MTC E-203

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	4/08/2023
CANTERA:	CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA		
MUESTRA:	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

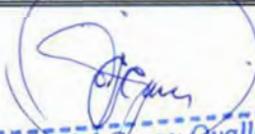
PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO GRUESO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	19209	19222	19240		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	14365	14378	14396		
Volumen	cm ³	9630	9630	9630		
Peso de la muestra	gr	1.492	1.493	1.495		
Peso unitario suelto	gr/cm ³					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara	gr					
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	%					
Peso unitario suelto	gr/cm ³	1.492	1.493	1.495		1.493

DATOS DE LA MUESTRA

PESO UNITARIO COMPACTADO (AGREGADO GRUESO)

DETALLE		IDENTIFICACIÓN				PROMEDIO
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	gr	20440	20405	20382		
Peso del recipiente	gr	4844	4844	4844		
Peso de la muestra	gr	15596	15561	15538		
Volumen	cm ³	9630	9630	9630		
Peso unitario compactado húmedo	gr	1.620	1.616	1.613		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara						
Peso de tara + muestra húmeda	gr					
Peso de tara + muestra seca	gr					
Peso agua	gr					
Peso suelo seco	gr					
Contenido de humedad	gr					
Peso unitario compactado seco	%	1.620	1.616	1.613		1.616


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

NORMA MTC E-207

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"					
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	4/08/2023		
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paíta				
MUESTRA:	ACOPIO				
DATOS DE LA MUESTRA					
PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO GRUESO)					
TAMIZ		GRADUACIONES			
		A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2501		
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
PESO TOTAL			5001		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N° 12			4156		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			845		
N° DE ESFERAS			11		
PORCENTAJE OBTENIDO			16.9		


 Exsequiel Guray Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

NORMA MTC E-207

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"					
MATERIAL: GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO		FECHA:		4-08-2023	
CANTERA: CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE					
MUESTRA: ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA					
PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO GRUESO)					
TAMIZ		GRADUACIONES			
		A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			4234		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			766		
N° DE ESFERAS			12		
PORCENTAJE OBTENIDO			15.3		


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

NORMA MTC E-207

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"					
MATERIAL: GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO		FECHA:		4.08.2023	
CANTERA: CANTERA SANTA CIRUZ QUERECOTILLO SULLANA					
MUESTRA: ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA					
PESO UNITARIO SUELTO (AGREGADO GRUESO)					
TAMIZ		GRADUACIONES			
		A	B	C	D
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			4253		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			747		
N° DE ESFERAS			12		
PORCENTAJE OBTENIDO			14.9		


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ACEFAL

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

GRVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMA AASHTO T-84 T-85

PROYECTO:		"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"				
MATERIAL	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO				FECHA:	5/08/2023
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paíta					
MUESTRA	ACOPIO					
DATOS DE LA MUESTRA						
AGREGADO GRUESO						
A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	1500.7	1524.4			
B	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Agua) (gr)	967	981.1			
C	Vol. de masa + vol de vacío= A-B (gr)	533.7	543.3			
D	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	1493.7	1518.2			
E	Vol. de masa= C-(A-D) (gr)	526.7	537.1			PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca)=D/C	2.799	2.794			2.797
	Pe bulk (Base saturada)=A/C	2.812	2.806			2.809
	Pe aparente (Base seca)=D/E	2.836	2.827			2.832
	% de absorción= ((A-D)/D*100)	0.469	0.408			0.439


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEG. SULLANA, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

GRVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMA AASHTO T-84 T-85

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. SULLANA, PIURA"					
MATERIAL: GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO		FECHA: 5/08/2023			
CANTERA: CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE					
MUESTRA (gr)					
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO GRUESO					
A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	2052	2014		
B	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Agua) (gr)	1293	1271		
C	Vol. de masa + vol de vacío= A-B (gr)	759	743		
D	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	2036	1998		
E	Vol de masa= C-(A-D) (gr)	743	727		
	Pe bulk (Base seca)=D/C	2.682	2.689		2.686
	Pe bulk (Base saturada)=A/C	2.704	2.711		2.707
	Pe aparente (Base seca)=D/E	2.740	2.748		2.744
	% de absorción= ((A-D)/D*100)	0.786	0.801		0.793


 Exsequiel Guray Ovalle
 TEC. JULIOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

GRVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS NORMA AASHTO T-84 T-85

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"						
MATERIAL	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:				5/08/2023
CANTERA:	CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA					
MUESTRA	(gr)					
DATOS DE LA MUESTRA						
AGREGADO GRUESO						
A	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Aire) (gr)	1564	1842			
B	Peso Ma. Sat. Sup. Seco (En Agua) (gr)	982	1155			
C	Vol. de masa + vol de vacío= A-B (gr)	582	687			
D	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	1555	1832			
E	Vol. de masa= C-(A-D) (gr)	573	677			
	Pe bulk (Base seca)=D/C	2.672	2.667			2.669
	Pe bulk (Base saturada)=A/C	2.687	2.681			2.684
	Pe aparente (Base seca)=D/E	2.714	2.706			2.710
	% de absorción= ((A-D)/D*100)	0.579	0.546			0.562


 Exsequiel Curdy Ovalle
 TEC. SUPERVISOR CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS NORMA MTC E-210

PROYECTO:		"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"								
MATERIAL	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:		5/08/2023						
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paita									
MUESTRA	ACOPIO									
DATOS DE LA MUESTRA										
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	%RET	%PASA	PESO	%	% CORREGIDO	PESO	%	%CORREGIDO
pulg	mm									
3"	76.2									
2"	50.8									
1 1/2"	38.1									
1"	25.4			100						
3/4"	19.05	1805	29.3	70.7	94.7	5.2	1.5	47.4	2.6	0.8
1/2"	12.7	3048	49.5	21.2	186.2	6.1	3.0	93.1	3.1	1.5
3/8"	8.75	1306	21.2	0.0	82.3	6.3	1.3	41.2	3.2	0.7
	TOTAL	6159	100		363.2		5.9	181.7		3.0

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	gr	6159	
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	%	8.8	


 Exsequiel Guray Ovalle
 TEC. EN LOS MATERIALES DE CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

NORMA MTC E-210

PROYECTO:		"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"									
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:		5/08/2023							
CANTERA:	CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE										
MUESTRA:	ACOPIO										
DATOS DE LA MUESTRA											
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	%RET	%PASA	PESO	%	% CORREGIDO	PESO	%	%CORREGIDO	
pulg	mm										
3"	76.2										
2"	50.8										
1 1/2"	38.1										
1"	25.4			100							
3/4"	19.05	2800	49.1	50.9	94.7	5.2	1.7	56.1	2.9	1.0	
1/2"	12.7	1200	21.1	29.8	186.2	6.1	3.3	87.8	3.3	1.5	
3/8"	8.75	1700	29.8	0.0	82.3	6.3	1.4	39.4	3.6	0.7	
	TOTAL	5700	100		363.2		6.4	183.3		3.2	

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	gr	5700
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	%	9.6


 Exsequiel Caray Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS NORMA MTC E-210

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	5/08/2023
CANTERA:	CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA		
MUESTRA	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA											
MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS			
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	%RET	%PASA	PESO	%	% CORREGIDO	PESO	%	%CORREGIDO	
	mm										
3"	76.2										
2"	50.8										
1 1/2"	38.1										
1"	25.4			100							
3/4"	19.05	3100	45.6	54.4	94.7	5.2	1.4	49.3	2.9	0.7	
1/2"	12.7	2300	33.8	20.6	186.2	6.1	2.7	79.6	3.3	1.2	
3/8"	8.75	1400	20.6	0.0	82.3	6.3	1.2	41.5	3.6	0.6	
	TOTAL	6800	100		363.2		5.3	170.4		2.5	

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	gr	6800	
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	%	7.8	


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS

NORMA MTC E-210

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	5/08/2023
CANTERA:	PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paiza		
MUESTRA:	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

A. CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1805	1658	91.9	24.9	2287.3
3/4"	1/2"	3048	2780	91.2	42.1	3839.9
1/2"	3/8"	1306	1163.0	89.1	18	1602.9
TOTAL		6159			85.00	7730.16

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA: TOTAL E= 90.9%

B. CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1805	1383.8	76.7	24.9	1908.8
3/4"	1/2"	3048	2426.4	79.6	42.1	3351.6
1/2"	3/8"	1306	995.2	76.2	18	1371.6
TOTAL		6159			85.00	6632.02

PORCENTAJE CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS: TOTAL E= 78.0%


 Exsequiel Caray Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS NORMA MTC E-210

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. SULLANA, PIURA"		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	5/08/2023
CANTERA:	CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE		
MUESTRA:	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

A. CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1735	1547	89.2	33.8	3013.6
3/4"	1/2"	2087	1921	92.1	38.7	3562.3
1/2"	3/8"	1283	1178.0	91.8	14	1285.5
TOTAL		5105			86.50	7861.42

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA: TOTAL E= 91%

B. CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	1735	1390	80.1	33.8	2708.1
3/4"	1/2"	2087	1550	74.3	38.7	2874.2
1/2"	3/8"	1283	995.0	77.6	14	1085.7
TOTAL		5105			86.50	6668.01

PORCENTAJE CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS: TOTAL E= 77.0%


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

DETERMINACIÓN DE CARAS FRACTURADAS

NORMA MTC E-210

PROYECTO:	"CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA PARA CONCRETO	FECHA:	5/08/2023
CANTERA:	CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA		
MUESTRA:	ACOPIO		

DATOS DE LA MUESTRA

A. CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	2015	1733	86.0	32.4	2786.4
3/4"	1/2"	1876	1720	91.7	30.8	2823.7
1/2"	3/8"	1344	1247.0	92.8	23.5	2180.3
TOTAL		5235			86.70	7790.47

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA: TOTAL E= 90.9%

B. CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A (g)	B (g)	C ((B/A)*100)	D	E C*D
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	2015	1733	86.0	32.4	2786.4
3/4"	1/2"	1876	1388	74.0	30.8	2278.9
1/2"	3/8"	1344	950.0	70.7	23.5	1661.0
TOTAL		5235			86.70	6726.27

PORCENTAJE CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS: TOTAL E= 77.7%


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
 CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL: PIEDRA CHANCADA - TAM. AÑO MÁXIMO 1"	FECHA: 5/08/2023	
CANTERA: PAMPA BONITA Km 11-000 Ruta Sullana Paíta		
MUESTRA: ACOPIO		
DATOS DE LA MUESTRA		
TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (CL) - %	NTP - 400.042	0.0022
Sulfatos (SO4) - %	NTP - 400.042	0.0036
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Alcalis - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznable - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.

N.D.= No detectable. Limite de detección 20 ppm o 0.0020%

1ppm= 0.0001%

Descripción de la muestra:

La muestra fue alcanzada por el solicitante con la siguiente descripción:

Q-024/19: "PIEDRA CHANCADA-TAMAÑO MÁXIMO 1"/CANTERA PAMPA BONITA"


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL: PIEDRA CHANCADA - TAMAÑO MÁXIMO 1"	FECHA: 5/08/2023	
CANTERA: MALINGAS TAMBOGRANDE		
MUESTRA: ACOPIO		
DATOS DE LA MUESTRA		
TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (Cl) - %	NTP - 400.042	0.0022
Sulfatos (SO4) - %	NTP - 400.042	0.0036
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Alcalis - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznable - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.

N.D.= No detectable. Límite de detección 20 ppm o 0.0020%
1ppm= 0.0001%

Descripción de la muestra:

La muestra fue alcanzada por el solicitante con la siguiente descripción:
Q-024/19: "PIEDRA CHANCADA-TAMAÑO MÁXIMO 1"/CANTERA MALINGAS"

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUJOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

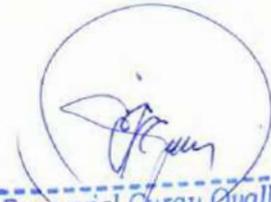
INFORME DE ENSAYO

PROYECTO: "CORRELACION ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL: PIEDRA CHANCADA - TAMAÑO MÁXIMO 1"	FECHA: 5/08/2023	
CANTERA: SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA		
MUESTRA: ACOPIO		
DATOS DE LA MUESTRA		
TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (CL) - %	NTP - 400.042	0.0022
Sulfatos (SO4) - %	NTP - 400.042	0.0036
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Alcalis - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznable - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.

N.D.= No detectable. Límite de detección 20 ppm o 0.0020%
1ppm= 0.0001%

Descripción de la muestra:

La muestra fue alcanzada por el solicitante con la siguiente descripción:
Q-024/19: "PIEDRA CHANCADA-TAMAÑO MÁXIMO 1"/CANTERA SANTA CRUZ"


Exsequiel Quiray Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA: 5/08/2023	
CANTERA: PAMPA BONITA Km 11+000 Ruta Sullana Paíta		
MUESTRA: ACOPIO		
DATOS DE LA MUESTRA		
TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (CL) - %	NTP - 400.042	0.0032
Sulfatos (SO4) - %	NTP - 400.042	0.0056
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Alcalis - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznales - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.
Azul de Metileno - (mg/g)	AASHTO - TP 57	3
Color más Oscuro Permissible	MTC E-213/NTP - 400.024	IGUAL A MUESTRA PATRÓN

N.D.= No detectable. Limite de detección 20 ppm o 0.0020%
1ppm= 0.0001%

Descripción de la muestra:

La muestra fue alcanzada por el solicitante con la siguiente descripción:
Q-024/19: "ARENA/CANTERA PAMPA BONITA"


Exsequiel Caray Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA:	5/08/2023
CANTERA: CANTERA MALINGAS TAMBOGRANDE		
MUESTRA: ACOPIO		
DATOS DE LA MUESTRA		
TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (CL) - %	NTP - 400.042	0.0032
Sulfatos (SO ₄) - %	NTP - 400.042	0.0056
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Alkalís - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznable - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.
Azul de Metileno - (mg/g)	AASHTO - TP 57	3
Color más Oscuro Permisible	MTC E-213/NTP - 400.024	IGUAL A MUESTRA PATRÓN

N.D. = No detectable. Límite de detección 20 ppm o 0.0020%
1ppm= 0.0001%

Descripción de la muestra:

La muestra fue alcanzada por el solicitante con la siguiente descripción:

Q-024/19: "ARENA/CANTERA MALINGAS"


Exsequiel Caray Ovalle
TEC. SUITOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
MATERIAL: ARENA ZARANDEADA PARA CONCRETO	FECHA:	5/08/2023
CANTERA: CANTERA SANTA CRUZ QUERECOTILLO SULLANA		
MUESTRA: ACOPIO		
DATOS DE LA MUESTRA		
TARA	RESULTADO	Q-024/19
Cloruros (CL) - %	NTP - 400.042	0.0032
Sulfatos (SO4) - %	NTP - 400.042	0.0056
Cantidad de partículas Livianas (Carbón y Lignito) - %	MTC E-213/NTP - 400.024	N.D.
Reactividad a los Alcalis - (ppm)	ASTM - C 289	NO REACTIVO
Terrones de Arcilla y partículas deleznales - %	MTC E-212/NTP - 400.015	N.D.
Azul de Metileno - (mg/g)	AASHTO - TP 57	3
Color más Oscuro Permissible	MTC E-213/NTP - 400.024	IGUAL A MUESTRA PATRÓN

N.D. = No detectable. Límite de detección 20 ppm o 0.0020%
1ppm= 0.0001%

Descripción de la muestra:

La muestra fue alcanzada por el solicitante con la siguiente descripción:

Q-024/19: "CANTERA SANTA CRUZ"


Exequiel Curoy Ovalle
TEC. SUS. DE CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION PP - 04

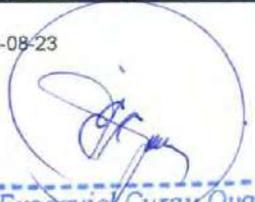
DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M	Nº PP - 04 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 175 RESIST. REQUERIDA: 175 kg/cm² f'c	

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Kg/cm ³		kg/cm ²					
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
7	1	257.6	26267.5	15.20	181.46	145	143	14.0	81.7
	2	246.2	25105.0	15.20	181.46	138			
	3	259.7	26481.6	15.20	181.46	146			
7	4	246.4	25125.4	15.20	181.46	138	140	13.7	80.0
	5	247.7	25258.0	15.20	181.46	139			
	6	253.1	25808.6	15.20	181.46	142			
7	7	249.2	25410.9	15.20	181.46	140	141	13.8	80.6
	8	247.2	25207.0	15.20	181.46	139			
	9	252.4	25737.2	15.20	181.46	142			
	10	255.0	26002.4	15.20	181.46	143			

FECHA: 14-08-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 21-08-23 ESPECIFICACION PP - 04

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 04 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:	175 RESIST. REQUERIDA: 175 kg/cm ² f _c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Kg/cm ³		kg/cm ²					
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
14	1	299.1	30499.2	15.20	181.46	168			97.6
	2	306.7	31274.2	15.20	181.46	172	171	16.7	
	3	306.0	31202.8	15.20	181.46	172			
14	4	308.9	31498.5	15.20	181.46	174			98.0
	5	301.3	30723.6	15.20	181.46	169	172	16.8	
	6	305.8	31182.4	15.20	181.46	172			
14	7	309.1	31518.9	15.20	181.46	174			97.4
	8	301.2	30713.4	15.20	181.46	169	170	16.7	
	9	302.2	30815.3	15.20	181.46	170			
	10	300.5	30642.0	15.20	181.46	169			

FECHA:
DE ROTURA

21-08-23


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. INGENIERO EN CONCRETO Y ACERVO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA Nº 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 04-09-23 ESPECIFICACION: PP - 04

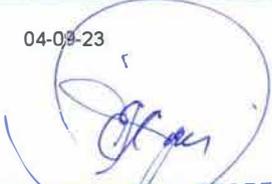
DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M	Nº PP - 04 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:	<input type="text" value="175"/> RESIST. REQUERIDA: <input type="text" value="175 kg/cm<sup>2</sup"/> f'c
	<input type="text"/> <input type="text"/>

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Kg/cm ³		DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE	PROMEDIO DE	
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg				RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
28	1	361.6	36872.4	15.20	181.46	203			118.0
	2	369.8	37708.5	15.20	181.46	208	207	20.3	
	3	371.4	37871.7	15.20	181.46	209			
28	4	384.7	39227.9	15.20	181.46	216			120.0
	5	362.4	36953.9	15.20	181.46	204	210	20.6	
	6	374.1	38147.0	15.20	181.46	210			
28	7	370.9	37820.7	15.20	181.46	208			119.4
	8	377.5	38493.7	15.20	181.46	212	209	20.5	
	9	366.8	37402.6	15.20	181.46	206			
	10	372.4	37973.6	15.20	181.46	209			

FECHA: 04-09-23
DE ROTURA


Exsequiel Zuray Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL ZARUMILLA Nº 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION PP - 03

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M	Nº PP - 03	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:	210	RESIST. REQUERIDA: 210 kg/cm ² f _c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Kg/cm ³		kg/cm ²					
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
7	1	341.1	34782.0	15.20	181.46	192			90.5
	2	337.6	34425.1	15.20	181.46	190	190	18.6	
	3	335.6	34221.1	15.20	181.46	189			
7	4	344.6	35138.9	15.20	181.46	194			91.0
	5	346.9	35373.4	15.20	181.46	195	191	19.1	
	6	328.4	33486.9	15.20	181.46	185			
7	7	335.5	34210.9	15.20	181.46	189			89.9
	8	330.0	33650.1	15.20	181.46	185	189	18.9	
	9	332.8	33935.6	15.20	181.46	187			
	10	345.6	35240.8	15.20	181.46	194			

FECHA: 14-08-23
DE ROTURA

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA Nº 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 21-08-23 ESPECIFICACION PP - 03

DATOS SOBRE EL CONCRETO

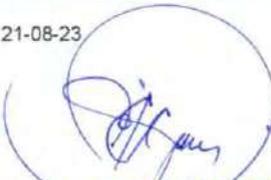
Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 03 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 210	RESIST. REQUERIDA: 210 kg/cm ² f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DÍAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		kg/cm ³	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm	15 x 30 cm	
					13		Kg/cm ²	Mpa	
14	1	353.4	36036.2	15.20	181.46	199			96.7
	2	379.7	38718.0	15.20	181.46	213	203	20.3	
	3	350.5	35740.5	15.20	181.46	197			
14	4	359.5	36658.2	15.20	181.46	202			98.8
	5	370.4	37769.7	15.20	181.46	208	207	20.3	
	6	377.6	38503.9	15.20	181.46	212			
14	7	362.2	36933.5	15.20	181.46	204			99.1
	8	379.5	38697.6	15.20	181.46	213	208	20.8	
	9	375.4	38279.5	15.20	181.46	211			
	10	364.8	37198.7	15.20	181.46	205			

FECHA:
DE ROTURA

21-08-23


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA: "CORRELACION ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. SULLANA. PIURA"	
FECHA: 04-09-23	
CANTERA: PAMPA BONITA	ESPECIFICACION PP - 03
km- 11-000 CARRETERA SULLANA - PAITA	

DATOS SOBRE EL CONCRETO

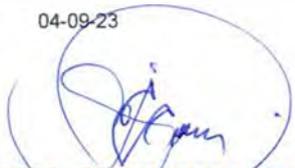
Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 03	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 210 RESIST. REQUERIDA: 210 kg/cm ² f _c		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		kg/cm ³	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	ROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm	15 x 30 cm	
					13		Kg/cm ²	Mpa	
28	1	496.4	50617.9	15.20	181.46	279			133.8
	2	515.9	52606.3	15.20	181.46	290	281	28.1	
	3	487.3	49690.0	15.20	181.46	274			
28	4	498.4	50821.8	15.20	181.46	280			134.5
	5	497.8	50760.7	15.20	181.46	280	282	28.2	
	6	511.7	52178.0	15.20	181.46	288			
28	7	491.3	50097.9	15.20	181.46	276			134.0
	8	507.2	51719.2	15.20	181.46	285	281	27.6	
	9	499.5	50934.0	15.20	181.46	281			
	10	505.3	51525.4	15.20	181.46	284			

FECHA:
DE ROTURA

04-09-23


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUZLOS DE CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA:	"CORRELACION ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"		
	FECHA:	14-08-23	
CANTERA:	PAMPA BONITA	ESPECIFICACION	PP - 02
	km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA		

DATOS SOBRE EL CONCRETO

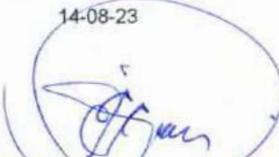
Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº	PP - 02	DEL
CLASE DE CEMENTO			
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA		
Nº DE FRACCIONES			
CLASE DE ADITIVOS			
PROCEDENCIA DE AGUA			
LOCACION DE OBRA			
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:	280	RESIST. REQUERIDA:	280 kg/cm ² f c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		kg/cm ³		kg/cm ²					
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
7	1	408.7	41675.1	15.20	181.46	230			82.7
	2	411.9	42001.4	15.20	181.46	231	231	22.7	
	3	415.1	42327.7	15.20	181.46	233			
7	4	411.8	41991.2	15.20	181.46	231			83.4
	5	417.0	42521.5	15.20	181.46	234	233	22.9	
	6	417.6	42582.7	15.20	181.46	235			
7	7	405.0	41297.9	15.20	181.46	228			82.6
	8	415.9	42409.3	15.20	181.46	234	231	22.7	
	9	407.8	41583.4	15.20	181.46	229			
	10	418.4	42664.2	15.20	181.46	235			

FECHA:
DE ROTURA

14-08-23


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA:	"CORRELACION ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, SULLANA, PIURA"		
CANTERA:	PAMPA BONITA	FECHA:	21-08-23
	km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	ESPECIFICACION	PP - 02

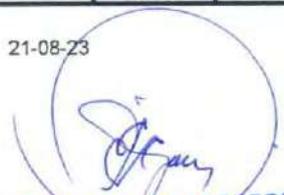
DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M	Nº	PP - 02	DEL
CLASE DE CEMENTO			
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA		
Nº DE FRACCIONES			
CLASE DE ADITIVOS			
PROCEDENCIA DE AGUA			
LOCACION DE OBRA			
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:	280	RESIST. REQUERIDA:	280 kg/cm ² f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE	PROMEDIO DE	
							RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
7	1	487.9	49751.2	15.20	181.46	274			98.5
	2	491.1	50077.5	15.20	181.46	276	276	27.1	
	3	493.9	50363.0	15.20	181.46	278			
14	4	498.6	50842.2	15.20	181.46	280			98.1
	5	485.4	49496.2	15.20	181.46	273	275	26.9	
	6	482.7	49220.9	15.20	181.46	271			
28	7	486.5	49608.4	15.20	181.46	273			98.0
	8	491.8	50148.8	15.20	181.46	276	274	26.9	
	9	487.5	49710.4	15.20	181.46	274			
	10	486.9	49649.2	15.20	181.46	274			

FECHA: 21-08-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Oval
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFAL

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 04-09-23 ESPECIFICACION PP - 02

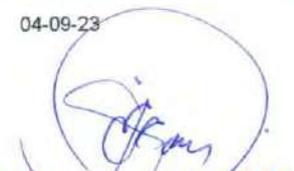
DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M	Nº PP - 02	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:	280	RESIST. REQUERIDA: 280 kg/cm ² f _c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR Kg	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	ROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
28	1	587.6	59917.6	15.20	181.46	330	336	33.0	120.2
	2	606.2	61814.2	15.20	181.46	341			
	3	602.6	61447.1	15.20	181.46	339			
28	4	604.0	61589.9	15.20	181.46	339	339	33.3	121.2
	5	604.6	61651.1	15.20	181.46	340			
	6	603.5	61538.9	15.20	181.46	339			
28	7	594.7	60641.6	15.20	181.46	334	336	33.0	120.1
	8	608.6	62058.9	15.20	181.46	342			
	9	605.4	61732.6	15.20	181.46	340			
	10	585.2	59672.8	15.20	181.46	329			

FECHA: 04-09-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS/CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA Nº 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION PP - 01

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 01 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 350 RESIST. REQUERIDA: 350 kg/cm ² f'c	

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Kg/cm ³		kg/cm ²					
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
7	1	551.2	56205.9	15.20	181.46	310	309	30.3	88.2
	2	548.6	55940.7	15.20	181.46	308			
	3	548.3	55910.2	15.20	181.46	308			
7	4	544.6	55532.9	15.20	181.46	306	310	30.4	88.5
	5	560.6	57164.4	15.20	181.46	315			
	6	548.2	55900.0	15.20	181.46	308			
7	7	552.2	56307.8	15.20	181.46	310	308	30.2	88.1
	8	549.1	55991.7	15.20	181.46	309			
	9	551.6	56246.7	15.20	181.46	310			
	10	541.3	55196.4	15.20	181.46	304			

FECHA:
DE ROTURA

14-08-23

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFAL.

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA Nº 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 21-08-23 ESPECIFICACION PP - 01

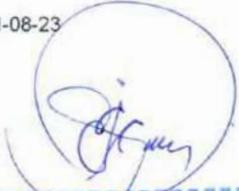
DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 01	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: <input type="text" value="350"/> RESIST. REQUERIDA: <input type="text" value="350 kg/cm<sup>2</sup"/> f _c		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		kg/cm ³		kg/cm ²					
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kglcm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
14	1	611.9	62395.4	15.20	181.46	344			98.2
	2	618.1	63027.7	15.20	181.46	347	344	33.7	
	3	605.1	61702.0	15.20	181.46	340			
14	4	611.8	62385.2	15.20	181.46	344			99.9
	5	623.4	63568.1	15.20	181.46	350	350	34.3	
	6	630.9	64332.9	15.20	181.46	355			
14	7	608.9	62089.5	15.20	181.46	342			98.7
	8	625.0	63731.3	15.20	181.46	351	346	33.9	
	9	621.4	63364.2	15.20	181.46	349			
	10	604.8	61671.5	15.20	181.46	340			

FECHA: 21-08-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALT

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

ASTM C - 39

OBRA: "CORRELACION ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 04-09-23 ESPECIFICACION PP - 01

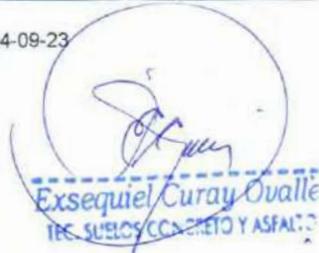
DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M	Nº PP - 01	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:	350	RESIST. REQUERIDA: 350 kg/cm ² f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Particular	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm	15 x 30 cm	
					13		Kg/cm ²	Mpa	
28	1	757.2	77211.7	15.20	181.46	426	423	41.5	120.8
	2	755.8	77068.9	15.20	181.46	425			
	3	744.8	75947.3	15.20	181.46	419			
28	4	746.9	76161.4	15.20	181.46	420	421	41.3	120.4
	5	744.8	75947.3	15.20	181.46	419			
	6	757.6	77252.5	15.20	181.46	426			
28	7	749.5	76426.5	15.20	181.46	421	423	41.4	120.7
	8	751.2	76599.9	15.20	181.46	422			
	9	748.4	76314.3	15.20	181.46	421			
	10	758.9	77385.0	15.20	181.46	426			

FECHA: 04-09-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
ING. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA Nº 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES · CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
Nº ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	14/08/2023	7	15.01	15.01	40	2789.3	32.99	
2					7	15.02	15.02	40.8	2707.3	32.60	
3					7	15.02	15.02	40.5	2836.7	33.90	
4					7	15.05	15.05	40	2908.8	34.13	
5					7	15.03	15.03	40.8	2820.8	33.90	
6					7	15.02	15.02	40.5	2704.5	32.33	
7					7	15.01	15.01	40	2828.6	33.46	
8					7	15.02	15.02	40.8	2665.7	32.10	
9					7	15.01	15.01	40.5	2681.7	32.12	
10					7	15.02	15.02	40.5	2761.5	33.01	

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, MÉTODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
Nº ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	21/08/2023	14	15.01	15.01	40	3207.8	37.94	
2					14	15.03	15.03	40.8	3150.5	37.86	
3					14	15.01	15.01	40.5	3166.7	37.92	
4					14	15.01	15.01	40	3229.8	38.20	
5					14	15.03	15.03	40.8	3219.4	38.69	
6					14	15.01	15.01	40.5	3193.5	38.24	
7					14	15.01	15.01	40	3285.1	38.86	
8					14	15.03	15.03	40.8	3151.2	37.87	
9					14	15.02	15.01	40.5	3223.2	38.58	
10					14	15.01	15.01	40.5	3135.1	37.55	


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm2)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	04/09/2023	28	15.01	15.01	40	3612.8	42.73	
2					28	15.03	15.03	40.8	3643.1	43.78	
3					28	15.01	15.01	40.5	3620.1	43.35	
4					28	15.01	15.01	40	3632.2	42.96	
5					28	15.03	15.03	40.8	3620.5	43.51	
6					28	15.01	15.01	40.5	3631.0	43.48	
7					28	15.01	15.01	40	3645.3	43.12	
8					28	15.01	15.01	40.5	3598.4	43.09	
9					28	15.03	15.03	40.8	3573.1	42.94	
10					28	15.01	15.01	40.5	3610.2	43.24	


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:

CAL. ZARUMILLA N° 102 BAR. LETICIA PIURA - SULLANA - SULLANA
CEL. 916 315 561 - 973 383 711 - 073 539706 - E-mail: lem-laroca@hotmail.com



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	14/08/2023	7	15.01	15.01	40	2829.00	33.46	
2					7	15.02	15.02	40.8	2825.02	34.02	
3					7	15.02	15.02	40.5	2901.27	34.68	
4					7	15.05	15.05	40	2953.34	34.65	
5					7	15.03	15.03	40.8	2855.17	34.31	
6					7	15.02	15.02	40.5	2884.65	34.48	
7					7	15.01	15.01	40	2985.79	35.32	
8					7	15.02	15.02	40.8	2855.40	34.38	
9					7	15.01	15.01	40.5	3028.22	36.27	
10					7	15.02	15.02	40.5	2931.54	35.04	


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

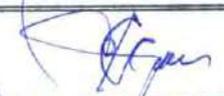
FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
Nº ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	21/08/2023	14	15.03	15.03	40	3336.04	39.30	
2					14	15.02	15.02	40.8	3237.79	38.99	
3					14	15.04	15.04	40.5	3391.69	40.38	
4					14	15.03	15.03	40	3371.93	39.72	
5					14	15.02	15.02	40.8	3299.62	39.73	
6					14	15.01	15.01	40.5	3347.33	40.09	
7					14	15.02	15.02	40	3393.30	40.06	
8					14	15.02	15.02	40.8	3272.32	39.40	
9					14	15.02	15.02	40.5	3439.23	41.11	
10					14	15.03	15.03	40.5	3376.69	40.28	


 Exsequiel Guray Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA. PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm2)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	04/09/2023	28	15.01	15.01	40	3811.4	45.08	
2					28	15.03	15.03	40.8	3723.6	44.75	
3					28	15.01	15.01	40.5	3740.5	44.80	
4					28	15.01	15.01	40	3745.7	44.30	
5					28	15.03	15.03	40.8	3776.4	45.38	
6					28	15.01	15.01	40.5	3749.8	44.91	
7					28	15.01	15.01	40	3771.2	44.61	
8					28	15.03	15.03	40.5	3713.1	44.29	
9					28	15.01	15.01	40.8	3788.4	45.71	
10					28	15.01	15.01	40.5	3782.4	45.30	


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	14/08/2023	7	15.01	15.01	40	3247.26	38.41	
2					7	15.02	15.02	40.8	3361.61	40.48	
3					7	15.02	15.02	40.5	3191.89	38.15	
4					7	15.05	15.05	40	3341.98	39.22	
5					7	15.03	15.03	40.8	3306.86	39.74	
6					7	15.02	15.02	40.5	3280.41	39.21	
7					7	15.01	15.01	40	3136.68	37.10	
8					7	15.02	15.02	40.8	3420.65	41.19	
9					7	15.01	15.01	40.5	3283.35	39.32	
10					7	15.02	15.02	40.5	3385.14	40.46	

Exequiel Curay Ovali
T.C. SULLANA CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	21/08/2023	14	15.03	15.03	40	3706.74	43.67	
2					14	15.02	15.02	40.8	3707.94	44.65	
3					14	15.04	15.04	40.5	3675.91	43.76	
4					14	15.03	15.03	40	3706.40	43.67	
5					14	15.02	15.02	40.8	3728.81	44.90	
6					14	15.01	15.01	40.5	3759.00	45.02	
7					14	15.02	15.02	40	3624.12	42.78	
8					14	15.02	15.02	40.8	3755.35	45.22	
9					14	15.02	15.02	40.5	3671.44	43.88	
10					14	15.03	15.03	40.5	3791.80	45.23	


 Exsequiel Guray Ovalle
 TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada el los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	04/09/2023	28	15.01	15.01	40	4157.8	49.18	
2					28	15.03	15.03	40.8	4205.5	50.54	
3					28	15.01	15.01	40.5	4091.5	49.00	
4					28	15.01	15.01	40	4104.2	48.55	
5					28	15.03	15.03	40.8	4213.1	50.63	
6					28	15.01	15.01	40.5	4207.4	50.39	
7					28	15.01	15.01	40	4087.8	48.35	
8					28	15.03	15.03	40.8	4115.7	49.46	
9					28	15.01	15.01	40.5	4107.5	49.19	
10					28	15.01	15.01	40.5	4137.4	49.55	


 Exsequiel Curay Ovalle
 TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ. NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	14/08/2023	7	15.01	15.01	40	3662	43.32	
2					7	15.02	15.02	40.8	3639	43.82	
3					7	15.02	15.02	40.5	3554	42.48	
4					7	15.05	15.05	40	3603	42.28	
5					7	15.03	15.03	40.8	3940	47.34	
6					7	15.02	15.02	40.5	3744	44.75	
7					7	15.01	15.01	40	3679	43.51	
8					7	15.02	15.02	40.8	3811	45.89	
9					7	15.01	15.01	40.5	3708	44.41	
10					7	15.02	15.02	40.5	3834	45.83	

Exsequiel Caray Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
N° ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	21/08/2023	14	15.03	15.03	40	4056.17	47.79	
2					14	15.02	15.02	40.8	4039.62	48.64	
3					14	15.04	15.04	40.5	3963.03	47.18	
4					14	15.03	15.03	40	4001.87	47.15	
5					14	15.02	15.02	40.8	4273.16	51.45	
6					14	15.01	15.01	40.5	4118.79	49.33	
7					14	15.02	15.02	40	4188.48	49.44	
8					14	15.02	15.02	40.8	4255.72	51.24	
9					14	15.01	15.01	40.5	4140.96	49.59	
10					14	15.03	15.03	40.5	4292.34	51.20	

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO, METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN LOS TERCIOS DE LA LUZ NORMA TÉCNICA ASTM C-78, AASHTO T-97, NTP 339.078, MTC E-709											
Nº ENSAYO	ELEMENTO	SLUMP (PULG)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DÍAS	ANCHO b(cm)	PERALTE d(cm)	LUZ LIBRE l(cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	MR (Kg/cm ²)	OBSERVACIONES
1	Viga simplemente cargada en los tercios de luz	3.2"	07/08/2023	04/09/2023	28	15.01	15.01	40	4410.3	52.17	
2					28	15.03	15.03	40.8	4502.9	54.11	
3					28	15.01	15.01	40.5	4410.3	52.82	
4					28	15.01	15.01	40	4471.2	52.89	
5					28	15.03	15.03	40.8	4615.4	55.46	
6					28	15.01	15.01	40.5	4588.9	54.96	
7					28	15.01	15.01	40	4572.4	54.08	
8					28	15.03	15.03	40.8	4620.4	55.52	
9					28	15.03	15.03	40.5	4631.2	55.24	
10					28	15.01	15.01	40.5	4630.1	55.45	


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION: PP - 04

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 04	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 175 RESIST. REQUERIDA: 175 kg/cm² f'c		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm Kg/cm ²	15 x 30 cm Mpa	
7	1	24,8	2533,4	15,20	181,46	14			7,9
	2	23,8	2424,9	15,20	181,46	13	13,80	1,4	
	3	25,1	2554,6	15,20	181,46	14			
7	4	23,7	2419,7	15,20	181,46	13			7,7
	5	23,9	2434,6	15,20	181,46	13	13,49	1,3	
	6	24,4	2489,2	15,20	181,46	14			
7	7	24,1	2454,4	15,20	181,46	14			7,8
	8	23,8	2428,6	15,20	181,46	13	13,59	1,3	
	9	24,3	2482,8	15,20	181,46	14			
	10	24,5	2501,3	15,20	181,46	14			

FECHA: 14-08-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 21-08-23 ESPECIFICACION PP - 04

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 04	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: <input type="text" value="175"/> RESIST. REQUERIDA: <input type="text" value="175 kg/cm<sup>2</sup>"/> f'c		
<input type="text"/>		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
14	1	39,2	3994,3	15,20	181,46	22	22,37	2,2	12,8
	2	40,2	4095,8	15,20	181,46	23			
	3	40,1	4086,5	15,20	181,46	23			
14	4	40,5	4125,2	15,20	181,46	23	22,47	2,2	12,8
	5	39,5	4023,7	15,20	181,46	22			
	6	40,0	4083,8	15,20	181,46	23			
14	7	40,5	4127,9	15,20	181,46	23	22,32	2,2	12,8
	8	39,4	4022,4	15,20	181,46	22			
	9	39,6	4035,7	15,20	181,46	22			
	10	39,4	4013,0	15,20	181,46	22			

FECHA: 21-08-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUJOS DE CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

PROYECTO: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 04-09-23 ESPECIFICACION PP - 04

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 04	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: <input type="text" value="175"/> RESIST. REQUERIDA: <input type="text" value="175 kg/cm<sup>2</sup>"/> f'c		
<input type="text"/>		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ²	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
28	1	49,1	5004,1	15,20	181,46	28			16,0
	2	50,2	5117,6	15,20	181,46	28	28,03	2,7	
	3	50,4	5139,7	15,20	181,46	28			
28	4	52,2	5323,8	15,20	181,46	29			16,3
	5	49,2	5015,2	15,20	181,46	28	28,50	2,8	
	6	50,8	5177,1	15,20	181,46	29			
28	7	50,3	5132,8	15,20	181,46	28			16,2
	8	51,2	5224,1	15,20	181,46	29	28,36	2,8	
	9	49,8	5076,1	15,20	181,46	28			
	10	50,5	5153,6	15,20	181,46	28			

FECHA: 04-09-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUZUCION CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION: PP - 03

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 03 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	

CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: **210** RESIST. REQUERIDA: **210 kg/cm²** f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ²	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
7	1	33,6	3429,7	15,20	181,46	19			8,9
	2	33,3	3394,4	15,20	181,46	19	18,76	1,8	
	3	33,2	3389,6	15,20	181,46	19			
7	4	34,0	3469,1	15,20	181,46	19			9,0
	5	34,4	3503,5	15,20	181,46	19	18,85	1,9	
	6	32,2	3286,4	15,20	181,46	18			
7	7	33,2	3382,4	15,20	181,46	19			8,9
	8	32,6	3323,9	15,20	181,46	18	18,66	1,9	
	9	33,0	3360,3	15,20	181,46	19			
	10	34,1	3480,2	15,20	181,46	19			

FECHA: 14-08-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUJECOS DE CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 21-08-23 ESPECIFICACION: PP - 03

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 03 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	

CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: **210** RESIST. REQUERIDA: **210 kg/cm²** f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm Kg/cm ²	15 x 30 cm Mpa	
14	1	43,3	4412,7	15,20	181,46	24	25,11	2,5	12,0
	2	47,3	4828,0	15,20	181,46	27			
	3	43,4	4430,0	15,20	181,46	24			
14	4	44,2	4509,5	15,20	181,46	25	25,73	2,5	12,3
	5	46,2	4708,0	15,20	181,46	26			
	6	46,9	4787,1	15,20	181,46	26			
14	7	45,1	4600,9	15,20	181,46	25	25,91	2,6	12,3
	8	47,1	4805,1	15,20	181,46	26			
	9	46,7	4766,4	15,20	181,46	26			
	10	45,4	4633,9	15,20	181,46	26			

FECHA: 21-08-23
DE ROTURA

Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUJECOS DE CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 04-09-23 ESPECIFICACION: PP - 03

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 03	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 210 RESIST. REQUERIDA: 210 kg/cm² f'c		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm Kg/cm ²	15 x 30 cm Mpa	
28	1	66,6	6795,6	15,20	181,46	37			18,0
	2	69,5	7082,2	15,20	181,46	39	37,74	3,8	
	3	65,4	6666,7	15,20	181,46	37			
28	4	67,2	6853,6	15,20	181,46	38			18,1
	5	66,8	6809,6	15,20	181,46	38	37,96	3,8	
	6	68,7	7002,2	15,20	181,46	39			
28	7	66,2	6754,2	15,20	181,46	37			18,0
	8	68,1	6939,5	15,20	181,46	38	37,87	3,7	
	9	67,5	6882,9	15,20	181,46	38			
	10	67,8	6911,4	15,20	181,46	38			

FECHA: 04-09-23
DE ROTURA


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION PP - 02

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 02	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 280 RESIST. REQUERIDA: 280 kg/cm² f _c		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO D RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm	15 x 30 cm	
7	1	35,4	3607,3	15,20	181,46	19,88			
	2	35,5	3618,5	15,20	181,46	19,94	19,85	1,9	7,1
	3	35,1	3581,7	15,20	181,46	19,74			
7	4	35,1	3582,9	15,20	181,46	19,74			
	5	36,2	3687,5	15,20	181,46	20,32	20,12	2,0	7,2
	6	36,1	3683,8	15,20	181,46	20,30			
7	7	35,5	3621,2	15,20	181,46	19,96			
	8	36,1	3683,5	15,20	181,46	20,30	20,15	2,0	7,2
	9	35,2	3592,9	15,20	181,46	19,80			
	10	36,5	3726,9	15,20	181,46	20,54			

FECHA: 14-08-23
DE ROTURA

Exequiel Duray Ovalle
TIC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION PP - 02

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 02	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: 280 RESIST. REQUERIDA: 280 kg/cm² f _c		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm	15 x 30 cm	
					13		Kg/cm ²	Mpa	
7	1	35,4	3607,3	15,20	181,46	19,88			7,1
	2	35,5	3618,5	15,20	181,46	19,94	19,85	1,9	
	3	35,1	3581,7	15,20	181,46	19,74			
7	4	35,1	3582,9	15,20	181,46	19,74			7,2
	5	36,2	3687,5	15,20	181,46	20,32	20,12	2,0	
	6	36,1	3683,8	15,20	181,46	20,30			
7	7	35,5	3621,2	15,20	181,46	19,96			7,2
	8	36,1	3683,5	15,20	181,46	20,30	20,15	2,0	
	9	35,2	3592,9	15,20	181,46	19,80			
	10	36,5	3726,9	15,20	181,46	20,54			

FECHA: 14-08-23
DE ROTURA

Exequiel Curay Ovalle
ING. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 21-08-23 ESPECIFICACION: PP - 02

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 02 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	

CLASE REQUERIDO DE CONCRETO:

280

RESIST. REQUERIDA:

280 kg/cm²

f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm Kg/cm ²	15 x 30 cm Mpa	
14	1	56,5	5766,0	15,20	181,46	31,78			11,3
	2	56,6	5767,1	15,20	181,46	31,78	32	3,1	
	3	56,2	5734,2	15,20	181,46	31,60			
14	4	57,5	5867,7	15,20	181,46	32,34			11,2
	5	55,3	5641,4	15,20	181,46	31,09	31	3,1	
	6	55,2	5632,0	15,20	181,46	31,04			
14	7	56,6	5767,9	15,20	181,46	31,79			11,3
	8	56,4	5747,6	15,20	181,46	31,67	32	3,1	
	9	56,1	5723,1	15,20	181,46	31,54			
	10	56,5	5756,6	15,20	181,46	31,72			

FECHA: 21-08-23
DE ROTURA

Exsequiel Duray Ovalle
IHC SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 04-09-23 ESPECIFICACION PP - 02

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 02	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		

CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: **280** RESIST. REQUERIDA: **280 kg/cm²** f_c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN				% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²	
		Kg/cm ³		kgcm ²					
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ² 13	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²		PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa
28	1	70,9	7226,8	15,20	181,46	39,83			14,4
	2	72,8	7419,0	15,20	181,46	40,89	40	4,0	
	3	72,2	7357,6	15,20	181,46	40,55			
28	4	72,4	7378,0	15,20	181,46	40,66			14,6
	5	72,8	7418,8	15,20	181,46	40,88	41	4,0	
	6	73,0	7442,4	15,20	181,46	41,01			
28	7	71,3	7273,1	15,20	181,46	40,08			14,4
	8	73,2	7460,0	15,20	181,46	41,11	40	4,0	
	9	72,2	7361,5	15,20	181,46	40,57			
	10	70,9	7227,3	15,20	181,46	39,83			

FECHA: 04-09-23
DE ROTURA

Exsequiel Duray Divalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 14-08-23 ESPECIFICACION: PP - 01

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 01	DEL
CLASE DE CEMENTO		
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	
Nº DE FRACCIONES		
CLASE DE ADITIVOS		
PROCEDENCIA DE AGUA		
LOCACION DE OBRA		
CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: <input type="text" value="350"/> RESIST. REQUERIDA: <input type="text" value="350 kg/cm<sup>2</sup"/> f'c		

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		PARTICULAR Kn	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ²	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
7	1	61,86	6307,5	15,20	181,46	34,76	34	3,4	9,8
	2	60,32	6151,3	15,20	181,46	33,90			
	3	60,79	6198,4	15,20	181,46	34,16			
7	4	60,36	6154,5	15,20	181,46	33,92	34	3,4	9,8
	5	62,76	6399,3	15,20	181,46	35,27			
	6	60,87	6206,4	15,20	181,46	34,20			
7	7	61,35	6256,3	15,20	181,46	34,48	34	3,4	9,8
	8	61,45	6266,5	15,20	181,46	34,53			
	9	61,65	6286,9	15,20	181,46	34,65			
	10	60,88	6207,5	15,20	181,46	34,21			

FECHA: 14-08-23
DE ROTURA

Exsequiel Curay Ovalle
I.E.C. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 21-08-23 ESPECIFICACION: PP - 01

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 01 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	

CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: RESIST. REQUERIDA: f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Particular Kg	LECTURA MANOMETRO Kg	DIAMETRO cm	AREA cm ²	RESISTENCIA PARTICULAR kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Kg/cm ²	PROMEDIO DE RESISTENCIA 15 x 30 cm Mpa	
14	1	72,6	7406,3	15,20	181,46	40,82			11,6
	2	73,3	7476,6	15,20	181,46	41,20	41	4,0	
	3	71,6	7297,2	15,20	181,46	40,21			
14	4	72,2	7365,5	15,20	181,46	40,59			11,8
	5	73,9	7531,1	15,20	181,46	41,50	41	4,1	
	6	74,9	7635,2	15,20	181,46	42,08			
14	7	72,1	7356,8	15,20	181,46	40,54			11,7
	8	73,1	7456,4	15,20	181,46	41,09	41	4,0	
	9	73,8	7520,9	15,20	181,46	41,45			
	10	71,4	7276,0	15,20	181,46	40,10			

FECHA: 21-08-23
DE ROTURA

Exsequiel Curay Ovalle
IHC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO:



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO A TRACCIÓN

ASTM C - 496

OBRA: "CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, SULLANA, PIURA"	
CANTERA: PAMPA BONITA km- 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA	FECHA: 04-09-23 ESPECIFICACION: PP - 01

DATOS SOBRE EL CONCRETO

Nº Y FECHA DE ELABORACION DE LA M.	Nº PP - 01 DEL
CLASE DE CEMENTO	
PROCEDENCIA DE GRAVA	CANTERA PAMPA BONITA km. 11+000 CARRETERA SULLANA - PAITA
Nº DE FRACCIONES	
CLASE DE ADITIVOS	
PROCEDENCIA DE AGUA	
LOCACION DE OBRA	

CLASE REQUERIDO DE CONCRETO: RESIST. REQUERIDA: f'c

RESULTADOS DE ENSAYO

DIAS DE CURADO	Nº DE ENSAYOS	PESO VOLUMETRICO		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					% DE RESISTENCIA (LOGRADO) kg/cm ²
		Particular	LECTURA MANOMETRO	DIAMETRO	AREA	RESISTENCIA PARTICULAR	PROMEDIO DE RESISTENCIA	PROMEDIO DE RESISTENCIA	
		Kn	Kg	cm	cm ²	kg/cm ²	15 x 30 cm Kg/cm ²	15 x 30 cm Mpa	
28	1	94,5	9634,8	15,20	181,46	53,10			15,1
	2	94,2	9608,8	15,20	181,46	52,95	53	5,2	
	3	92,8	9461,8	15,20	181,46	52,14			
28	4	93,4	9519,4	15,20	181,46	52,46			15,0
	5	92,8	9461,2	15,20	181,46	52,14	53	5,2	
	6	94,4	9621,5	15,20	181,46	53,02			
28	7	93,8	9563,3	15,20	181,46	52,70			15,1
	8	94,0	9580,7	15,20	181,46	52,80	53	5,2	
	9	93,7	9549,7	15,20	181,46	52,63			
	10	95,0	9682,2	15,20	181,46	53,36			

FECHA: 04-09-23
DE ROTURA

Exsequiel Zuray Ovalle
TFC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

FIRMA TÉCNICO DE LABORATORIO: