



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la
compresión del concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Justiniano Velasquez, Aurea Janyn (orcid.org/0000-0003-0262-4936)

ASESOR:

Dr. Castillo Chávez, Juan Humberto (orcid.org/0000-0002-4701-3074)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis hijas Michelle y Mackenzie, razón, fuerza y motivo de mis esfuerzos diarios por superarme. Hoy y mañana.

A mi esposo Miguel, apoyo, aliento y motivación en los momentos de esfuerzo y demanda durante el desarrollo de la tesis.

A mis padres por su ejemplo de superación, sacrificio y ahínco, que forjaron en mí el anhelo de esfuerzo, progreso y tesón en la vida.

A mis hermanas, mejores amigas y apoyo que contribuyeron de una u otra forma y modo en el logro de este importante objetivo

Aurea Janyn

Agradecimiento

A Dios, fuente de vida, amor y bondad que día a día me permite la hermosa experiencia de la vida.

A los funcionarios y trabajadores de OTASS Tumbes por el apoyo en información vigente para la realización de esta investigación.

Al Ing° Miguel Dios Espinoza por la orientación brindada en el tema del ozonizado del agua residual, eje de la investigación.

A mi asesor Dr. Juan Humberto Chávez Castillo por sus conocimientos y consejo pertinente que contribuyeron decididamente al logro de esta tesis.

Aurea Janyn

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	ix
Abstract	x
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	4
III. Metodología.....	20
3.1 Tipo y diseño de la investigación	20
3.2 Variables y su operacionalización.....	21
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	22
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	23
3.5 Procedimientos	23
3.6 Método de análisis de datos	27
3.7 Aspectos éticos.....	27
IV. Resultados	29
V. Discusión	38
VI. Conclusiones	42
VII. Recomendaciones	44
Referencias	45
Anexos	51

Índice de tablas

Tabla 1 Plantas de tratamiento de agua residual ubicadas en el departamento de Tumbes.....	22
Tabla 2 Condensado de las técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	23
Tabla 3 Desviación de la resistencia de diseño de acuerdo con el agua empleada en la elaboración del concreto	29
Tabla 4 Resultados de ensayos practicados al agua residual de la PTAR de Tumbes sin y con aplicación de ozono	31
Tabla 5 Resultado granulométrico.....	32
Tabla 6 Resultado granulométrico del agregado grueso	33
Tabla 7 Características físicas de los agregados ensayados	34
Tabla 8 Resistencia a la compresión observada	35
Tabla 9 Prueba de hipótesis.....	37
Tabla 10 Datos para el diseño de la mezcla.....	59
Tabla 11 Diseño del concreto en obra.....	62
Tabla 12 Volumen unitario de agua.....	62
Tabla 13 Tamaño máximo nominal y aire atrapado.....	63
Tabla 14 Relación agua cemento y resistencia del concreto.....	63
Tabla 15 Peso del agregado grueso y volumen del concreto (módulo de fineza del agregado fino).....	64

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Complejo para el tratamiento del agua residual	12
Figura 2 Fases del tratamiento del agua residual.....	13
Figura 3 Molécula de ozono mostrando sus tres átomos de oxígeno.....	15
Figura 4 Obtención del agregado fino en cantera mecanizada	17
Figura 5 Curva granulométrica típica.....	18
Figura 6 Esquema de la investigación.....	20
Figura 7 Resistencias a la compresión y el valor de diseño 210 Kg/cm^2	30
Figura 8 Curva granulométrica del agregado fino.....	33
Figura 9 Curva granulométrica del agregado grueso.....	34
Figura 10 Resistencia a la compresión según el agua empleada.....	36
Figura 11 Desviación estándar de las observaciones realizadas	36
Figura 12 Evolución de los valores del estadístico t comparado con el t crítico	58
Figura 13 Tesista verificando el material de muestreo enviado por el laboratorio	93
Figura 14 Envases y reactivos empleados en el muestreo.....	93
Figura 15 Tesista con los reactivos y recipientes enviados por el laboratorio para el muestreo	94
Figura 16 Tesista a su llegada a la PTAR de la ciudad de Tumbes	94
Figura 17 Tesista muestreando el agua residual.....	95
Figura 18 Tesista aplicando reactivos a las muestras de agua residual.....	95
Figura 19 Tesista repitiendo adición de reactivos a las muestras de agua residual ..	96
Figura 20 Tesista con el contenedor isotérmico lleno.....	96
Figura 21 Tesista disponiéndose a recolectar agua residual en mayor volumen.....	97
Figura 22 Tesista con el agua residual recolectada	97
Figura 23 Determinación de la dosis óptima de ozono.....	98
Figura 24 Tesista ozonizado el agua residual para determinar la dosis óptima.....	99
Figura 25 Proceso de ozonizado según los tiempos de 5, 15 y 25 minutos de aplicación	99

Figura 26 Tesista midiendo la concentración de oxígeno disuelto en el agua residual	100
Figura 27 Nueva medición de oxígeno disuelto en agua residual tratada con 27.78 mgO ₃ /Lt	100
Figura 28 Tesista con el agua residual al inicio del proceso de ozonizado.....	101
Figura 29 Tesista con el agua residual en momentos finales del ozonizado	101
Figura 30 Tesista preparando el envío al laboratorio de agua residual tratada con ozono.....	102
Figura 31 Tesista finalizando el embalaje de las muestras ozonizadas para su envío	102
Figura 32 Tesista con el contenedor isotérmico listo para su envío al laboratorio...	103
Figura 33 Tesista y los agregados para ensayos en el laboratorio de mecánica.....	104
Figura 34 Tesista observando el material retenido por los tamices granulométricos	105
Figura 35 Pesaje de tamiz de 3/8".....	105
Figura 36 Pesado de material para ensayos	106
Figura 37 Secado de material en horno autoclave	106
Figura 38 Tesista y los materiales para la elaboración de las probetas de concreto	107
Figura 39 Adicionado de cemento al trompo de mezclado.....	107
Figura 40 Adicionado de arena al trompo de mezclado.....	108
Figura 41 Tesista midiendo la cantidad de agua residual tratada para adicionar al trompo	108
Figura 42 Vertido de agua residual tratada al trompo.....	109
Figura 43 Medición de la temperatura del concreto elaborado con agua residual tratada	109
Figura 44 Tesista llenando el cono de Abrams.....	110
Figura 45 Tesista midiendo el slump o asentamiento.....	110
Figura 46 Llenando y chuceando las cubetas con concreto	111
Figura 47 Añadido de cemento al trompo.....	112
Figura 48 Tesista adicionando arena al trompo mezclador	112

Figura 49 Adicionado de agua potable al trompo mezclador.....	113
Figura 50 Medición de temperatura del concreto elaborado con agua potable	113
Figura 51 Llenando de las 9 probetas con agua potable	114
Figura 52 Curado de las probetas	115
Figura 53 Probetas identificadas con resistencia de diseño, agua residual tratada y fecha.....	115
Figura 54 Probeta elaborada con agua potable mostrando su diseño de resistencia y fecha.....	116
Figura 55 Tesista y las probetas a ser sometidas a ensayo por rotura.....	117
Figura 56 Probetas a ser sometidas a ensayo a los 7 días	117
Figura 57 Tesista con las probetas durante el ensayo por rotura	118
Figura 58 Tesista luego del ensayo con las probetas a los 14 días.....	118
Figura 59 Tesista con probetas a ser sometidas a ensayo.....	119
Figura 60 Tesista colocando la probeta de concreto elaborada con agua residual tratada en el equipo para ser ensayada	119
Figura 61 Tesista con probetas elaboradas con agua residual tratada, después de rotura a los 28 días.....	120

Resumen

La mejora en los materiales y su tecnología es una dimensión importante en el desarrollo de una sociedad moderna. En este contexto de mejoras, el cuidado del agua debido a su innegable importancia a nivel global, ha obligado a los investigadores a reconsiderar actividades económicas como la de la construcción por su alta plantilla de consumo hídrico. En este orden de ideas, la investigación se enfocó en indagar si era posible reusar el agua residual de la PTAR de la ciudad de Tumbes para elaborar concreto hidráulico 210 Kg/cm^2 , previo tratamiento con ozono, dejando así un mayor margen de agua potable para la población, reduciendo además la contaminación por la referida PTAR. Para ello, se planteó como objetivo general determinar si el efecto del agua ozonizada en la resistencia a la compresión del concreto era significativo respecto del logrado con agua potable. Los resultados muestran que la resistencia obtenida empleando agua residual tratada con $138.89 \text{ mg O}_3/\text{Lt}$ es significativamente menor que la lograda con agua potable, precisando no obstante, que el valor de resistencia compresiva obtenida con el concreto evaluado cumple con la resistencia de diseño, observándose también que el ozonizado, mejora notablemente las características del agua residual.

Palabras clave: Agua residual, ozono, PTAR, resistencia a la compresión del concreto, Tumbes.

Abstract

The improvement in materials and their technology is an important dimension in the development of a modern society. In this context of improvements, the care of water, due to its undeniable importance at a global level, has forced researchers to reconsider economic activities such as construction due to its high-water consumption workforce. In this order of ideas, the research focused on investigating whether it was possible to reuse the wastewater from the PTAR of the Tumbes city to produce hydraulic concrete 210 Kg/cm², after treatment with ozone, thus leaving a greater margin of drinking water for population, also reducing pollution by the PTAR. For this, the general objective was to determine if the effect of ozonated water on the compressive strength of concrete was significant compared to that achieved with drinking water. The results show that the resistance obtained using residual water treated with 138.89 mg O₃/Lt is significantly lower than that achieved with drinking water, specifying, however, that the value of compressive resistance obtained with the evaluated concrete complies with the design resistance, observing also that the ozonized, notably improves the characteristics of the residual water.

Keywords: Concrete compressive resistance, ozone, PTAR, Tumbes, wastewater.

I. INTRODUCCIÓN

El cuidado ambiental es una preocupación mundial. Efectivamente, la carencia de agua ha hecho que se declaren en emergencia numerosos sistemas acuíferos, causando carencias hídricas que afectan a poblaciones, ocasionando guerras, conflictos y racionalización del vital recurso hídrico (Milne, 2021, tercer y décimo primer párrafo). Los esfuerzos de los gobiernos y población en general por superar la sequía que afecta actualmente a una amplia parte de la población -debida a tres años consecutivos del evento climático La Niña-, ha ocasionado un desvío importante de recursos a solucionar problemas alimentarios, con costos que se reflejan en los altos índices de inflación generalizada que afectan a todo el mundo en la segunda mitad del presente año (BBC News, 2022), panorama agudizado ciertamente por la situación geopolítica y bélica en Eurasia, ocasionando recesión en las principales economías mundiales y sombrías proyecciones en el resto del mundo (Gourinchas, 2022).

En este panorama mundial de carestía hídrica, el Perú -gracias a su privilegiada ubicación geográfica-, aun no advierte los embates de la carestía y sequía. Efectivamente, el Perú se ubica en el octavo lugar entre los diez países con más agua en el mundo (Banco Mundial, 2015). No obstante esta privilegiada situación, el cambio climático no garantiza una permanencia del recurso hídrico, por lo que es menester cuidarlo optimizando su uso habida cuenta que el agua tiene en algunos lugares el equivalente en oro (Bautista, 2022).

Habiéndose destacado la importancia del agua, y en particular la del agua potable como recurso indispensable para la vida, el problema identificado se enfocó en el desconocimiento del efecto del agua residual tratada con ozono como agente desinfectante y habilitador de sus propiedades como ingrediente para elaborar concreto 210 Kg/cm². El tratamiento con ozono del agua no es nuevo; de hecho se aplica en todas las latitudes para habilitar agua de uso agrícola y de limpieza gracias a su efecto germicida basado en la rotura proteica de células esenciales para la prevalencia microbiológica en el agua (IAGUA, 2018, tercer párrafo). La presente investigación va, sin embargo, un paso adelante, por haberse considerado la utilización de agua residual tratada con ozono para la elaboración del concreto 210 Kg/cm².

En la ciudad de Tumbes el problema del agua es dual, abarcando la dotación de agua potable y el alcantarillado. En cuanto al primero, la mayoría de la población tumbesina se abastece de agua potable por horas, existiendo lugares aún no servidos o con abastecimiento deficiente por parte de la empresa prestadora del servicio de saneamiento Agua Tumbes (Vignolo, 2021, tercer párrafo). El alcantarillado en el departamento no es la excepción. El bajo nivel de ejecución presupuestal juega un rol fundamental en la problemática de saneamiento en el departamento (La República, 2020, primer párrafo), por lo que numerosos AA HH y zonas urbanas periféricas aun no cuentan con desagüe, conduciéndose entonces las aguas servidas a plantas de tratamiento de aguas residuales [PTAR] muchas veces improvisadas y sin asistencia técnica.

Es en este contexto hídrico-ambiental que involucra problemas de abastecimiento de agua y servicio idóneo de alcantarillado en Tumbes, que se enfocó el aprovechamiento del agua residual de la PTAR de la ciudad de Tumbes, previamente tratada con ozono para su desinfección y habilitación en la construcción, específicamente en la elaboración del concreto 210 Kg/cm².

Sintetizando la problemática descrita supra texto, se arriba a la pregunta de investigación siguiente: ¿Cuál es el efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², en la ciudad de Tumbes, año 2022?, cuestión con la cual se plantea el objetivo general de investigación: Determinar el efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², mientras que los objetivos específicos contribuyeron al logro del general y fueron: Evaluar las propiedades físicas y químicas del agua residual y la tratada con ozono; establecer la granulometría y propiedades físicas de los agregados para la elaboración del concreto para los ensayos; y, determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² elaborado con agua residual tratada con ozono y con agua potable; y la hipótesis de trabajo que establece: El efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² es no significativo.

Los resultados han mostrado que la diferencia entre la resistencia a la compresión lograda con agua potable es mayor, tanto a los 7, 14 y 28 días respecto de la observada con el concreto elaborado con agua residual tratada con ozono, y que además esta diferencia es estadísticamente significativa al 95% de confianza y un p valor prácticamente nulo. Respecto de la calidad del agua, el ozono mejoró notablemente la del agua residual, estabilizándose el pH en 7.00 unidades de pH, mientras que con los coliformes fecales se observó una reducción del 99.97%, así como un importante 69.49% como índice de reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, entre otros.

Esta investigación se justifica en la medida que propone una alternativa de aprovechamiento del agua residual que procura la disminución en el uso de agua potable en la construcción, con el consecuente incremento en la disponibilidad del recurso potabilizado destinable a mejorar el abastecimiento de la población.

Es posible desglosar la justificación de la investigación metodológicamente en la medida del cuidado diseño y desarrollo desplegado tanto en la fase de proyecto como en la de informe sin soslayar el detallado del trabajo de campo, que incluyó cadena de custodia protocolizada para las muestras de agua residual enviada a laboratorio en Piura. En lo ambiental, la investigación se justifica por el aporte en la reducción del consumo de agua potable que presupone emplear agua residual tratada con ozono en la construcción, contrario sensu, se tendrá una menor disponibilidad del recurso hídrico potabilizado para la población y un mayor volumen de agua residual con el cargo de disponer de ella de manera compatible con el cuidado ambiental que una cultura ecológica solidaria con el bienestar del planeta obliga. En lo tecnológico, la investigación se justifica por el aporte respecto del comportamiento del agua residual tratada al emplearse en la elaboración del concreto 210 Kg/cm^2 . De igual forma, en lo científico la justificación se verifica en la comprobación experimental del desempeño del oxígeno como agente desinfectante, a decir de la reducción de coliformes fecales termorresistentes en un 99.97%, según los datos de laboratorio.

II. MARCO TEÓRICO

Ahmed et al., (2021) publicaron en los Emiratos Árabes Unidos su artículo “Effect of recycled aggregates and treated wastewater on concrete subjected to different exposure conditions” donde se reemplazó el 25% de los agregados estándar por otros reciclados además del agua potable por reciclada previamente tratada en graduaciones, todo ello con el objetivo de contribuir con la problemática de la contaminación y la sostenibilidad ambiental. Las evaluaciones se realizaron a edades del concreto de 90 y 150 días, empleando finalmente pruebas de significación estadística para determinar si los agregados reciclados y el agua residual tratada tuvieron efecto significativo en las pruebas mecánicas de resistencia a la compresión realizadas.

Las pruebas mostraron una diferencia significativamente mayor en la resistencia a la compresión cuando el concreto fue elaborado empleando un 20% de agregados reusados en conjunción con agua residual debidamente tratada. Un factor adverso sin embargo para esta propuesta es el aumento, también significativo, de cloruros, resultado que incrementa las probabilidades de oxidación del acero de refuerzo, por lo que los autores recomiendan una observación y estudios ulteriores a largo plazo a fin de establecer patrones de rendimiento en cuanto a la presencia de sales en el concreto.

De otro lado, Parlikar et al., (2021) publicaron en la India su artículo “An experimental study on effect of pharmaceutical industrial wastewater on compressive strength of concrete” en el cual identificaron la problemática hídrica que afecta a vastas zonas del orbe, agudizada con el alto consumo de agua en las obras de construcción civil. En base a esta premisa, se propusieron evaluar la usabilidad en obra de aguas residuales provenientes de las farmacéuticas previamente tratadas. La investigación consideró el reemplazo parcial del agua potable por la muestra en evaluación, en incrementos del 0.25 del volumen total de agua de diseño, evaluándose los resultados en los periodos de 7, 28 y a los 90 días de elaborado el concreto.

Las pruebas señalan que un reemplazo de un 0.25 del volumen de agua de diseño por agua de efluentes de la industria farmacéutica no afectó de manera significativa el valor de la resistencia a la compresión, obteniéndose la ventaja ambiental de menos uso de agua potable en labores constructivas. Los autores refieren que la edad del concreto influyó en su resistencia a la compresión en términos del estímulo experimental evaluado, esto es, a los 7 y 28 días de la edad del concreto, el valor de la variable de respuesta estuvo ligeramente por encima de la media, reduciéndose hacia los 90 días en un 2% aproximadamente. Respecto de la densidad del concreto, el artículo científico señala que esta se incrementa con el aumento del agua residual, considerándose por ello el uso parcial del agua residual tratada en la elaboración del concreto como una alternativa económica y que a la vez contribuye con el delicado aspecto ambiental.

Asimismo, Woyciechowski et al. (2021) publicaron en Polonia su artículo “Concrete corrosion in a wastewater treatment plant - A comprehensive case study” interesados en el efecto favorecedor de la corrosión que muestra el agua residual, considerando el caso de falla del recubrimiento epóxico, con desprendimientos importantes, 2 cm de profundidad, en una poza de PTAR con 2 años de uso. La investigación consideró revisión de la documentación del diseño, selección de materiales y construcción de la planta, además de evaluaciones in situ del recubrimiento con fallas.

La investigación concluyó que el recubrimiento epóxico protector mostró una porosidad muy elevada, mayor a la declarada por el fabricante, lo cual ocasionó que los iones SO_4 atravesen la capa llegando de esta forma hasta el concreto, el cual se verificó debidamente diseñado y elaborado, con un adecuado proceso de curado. Respecto del concreto en contacto directo con el agua residual, se encontró debilitado a raíz de la actividad microbiana y su efecto reductor, reacción que resulta en una evolución del H_2S a ácido sulfúrico ocurrida en la zona superficial de los tanques, pudiéndose decir entonces que la actividad microbiana corroyó el concreto de la planta. La investigación recomienda para el diseño de mezcla una relación agua cemento que no exceda 0.4, así como el uso de cemento aditivado con elementos puzolánicos.

De otro lado, Ahmad y Ayyad (2021) publicaron en Jordania su investigación “Secondary treated wastewater as a concrete component and its impact on the basic strength properties of the material” donde estudiaron el efecto de las gradaciones de reemplazo de agua potable por residual en atención al creciente consumo de agua potable que corresponde a la intensa actividad constructiva en su País. Las dosis de reemplazo se fijaron en $\frac{1}{4}$ y la totalidad del volumen de agua de diseño y la evaluación de las propiedades mecánicas se evaluaron a los tres y veintiocho días de curación del concreto.

La publicación concluye que si se reemplaza el agua potable por residual en las proporciones indicadas, a los veintiocho días de curado del concreto, la resistencia a la compresión se incrementó a casi 400 Kg/cm², un incremento alrededor del 22%. En cuanto a la tensión, se encontró un incremento de casi el 100% con el agua residual tratada para un reemplazo de la mitad de agua potable.

También Chen et al. (2022) en su artículo publicado en China “Experimental study on the effect of wastewater and waste slurry of mixing plant on mechanical properties and microstructure of concrete” estudiaron alternativas amigables con el ambiente orientadas a la reducción de la contaminación originada en la elaboración del concreto y la escasez hídrica, específicamente en la reutilización de agua residual y el estiércol en fase líquida, ensayando estos recursos en una planta de producción de concreto, estudiando sus cualidades mecánicas como la influencia a nivel microscópico. El reemplazo del agua potable del concreto se dispuso en 6 gradaciones del agua residual mientras que el estiércol líquido se graduó en cuatro valores dispuestos para reemplazo del cemento de diseño del concreto.

El estudio reporta una mejora del 20% en la resistencia a la compresión para un reemplazo del agua potable por agua residual del orden del 75%, explicándose este resultado por el efecto de llenado efectuado por los sólidos contenidos en el agua residual de los intersticios que quedan entre los áridos de la mezcla del concreto, a manera de efecto sellante. El estiércol secado y molido mostró características

parecidas a la de la ceniza, teorizándose por tanto su posible reemplazo por cemento en la preparación del concreto.

En el Perú, Cárdenas (2018) defendió su tesis “Sustitución del recurso agua potable en la fabricación del concreto por agua residual tratada en Lima Norte”; en ella estudió el efecto del agua residual en las características del concreto mediante comparación con las obtenidas empleando agua potable.

La tesis concluye que el peso unitario del concreto elaborado con agua residual es menor cuando se le compara con el obtenido con agua potable; esto significa un peso menor en la estructura, cualidad deseable en el diseño sismorresistente por reducir la fuerza efectiva actuante sobre la edificación. Respecto del slump, no existe diferencia significativa entre el obtenido con agua residual y la de referencia, no interfiriendo por tanto, con la trabajabilidad del concreto fresco. La muestra elaborada con agua residual proveniente de las plantas de tratamiento de Santa Rosa y el Centro de Investigación en Tratamiento de Aguas Residuales y Residuos Peligrosos [CITRAR UNI] se mostró más compacta que la elaborada con el concreto patrón, significando una superficie más compacta y suave en el caso del elaborado con agua residual. De acuerdo a lo señalado, no se evidencia deterioro en las características del concreto al emplear agua residual tratada respecto del agua potable de referencia.

De otro lado Ñiquén (2020) sustentó su tesis “Diseño del concreto estructural $f'c = 210$ kg/cm² ante el uso de aguas tratadas mediante procesos biológicos en Lima Metropolitana, 2020” donde estudio los ajustes a realizar en el diseño de mezcla para el concreto señalado pero empleando agua residual tratada biológicamente en vez de agua potable, como es usual. Concurrentemente se estudiaron los parámetros del agua residual tratada referidos al diseño de mezcla en el aspecto físico, químico y biológico.

La investigación refiere en sus resultados que el agua residual tratada con recursos biológicos satisface los requerimientos de calidad dispuestos en la normativa nacional. también se señala que el rendimiento del agua residual en lo atinente al diseño de mezcla de concreto es comparable con el del agua potable. Respecto de los sulfatos,

se encontró que su nivel era aceptable así como el de la materia orgánica, satisfaciendo la norma técnica NTP 339.088, al igual que lo observado con los cloruros. Asimismo Sáenz (2021) defendió su tesis “Análisis de las propiedades del concreto de mediana a baja resistencia elaborado con agua residual tratada” la cual tuvo un diseño experimental y estuvo orientada a la conservación medioambiental, específicamente en el ahorro del agua, partiendo de la premisa de la gran cantidad de agua que la actividad constructiva consume. Para ello, se estudió la posibilidad del uso de agua residual tratada obtenidas de PTAR diferentes y contrastándolas con agua potable en la elaboración de sendas muestras de concreto con dichas muestras de agua, midiéndose la resistencia a la compresión a los días de curado recomendados por la norma E.060.

La investigación concluyó que el asentamiento aumentó al emplear agua residual comparado con el observado al emplear agua potable, reduciéndose conforme disminuyó la relación agua/cemento. Respecto de la resistencia a la compresión, se observó una reducción en la resistencia compresiva del 10%, 13% y 20% y del 6%, 14% y 5% en las probetas de concreto elaboradas con agua de la PTAR y CITRAR respectivamente cuando se emplearon relaciones agua cemento de 0.6, 0.65 y 0.7.

Ante ello, Verde y Aranibar (2021) sustentaron su tesis “Propuesta del uso de agua residual de las plantas de tratamiento de Carapongo, San Antonio de Carapongo y Santa Clara para elaboración de concreto premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y disminución del uso de agua potable en Lima Metropolitana” donde se evaluaron los efluentes de las PTAR indicadas en el título de la investigación mediante la comparación de las características obtenidas con dichas muestras de agua, comparándolas luego con los resultados obtenidos para el concreto patrón. Se empleó el diseño de concreto por la metodología ACI y las propiedades mecánicas del concreto se consideraron indicadores de la calidad de las muestras de agua ensayadas.

La investigación concluye que las exigencias químicas, bioquímicas y de sólidos fue satisfecha por el agua residual proveniente de la PTAR Santa Rosa, acorde a la normativa aplicable peruana. Se encontró, sin embargo, que los efluentes de las otras

dos PTAR no satisficieron el requerimiento de materia orgánica referido en la norma. Los autores compararon la norma NTP 339.088:2019 y NMX-C-122-ONNCCE nacional y mexicana respectivamente aplicándolas a las muestras de agua ensayadas, encontrándose que solo no se satisfizo el parámetro referente al pH, observándose un resultado mayor al permitido de 6. Respecto a la resistencia compresiva, se observó que el concreto elaborado con agua proveniente de la PTAR Santa Rosa superó escasamente al concreto patrón, mientras que el concreto elaborado con las demás muestras de agua residual exhibió una resistencia menor que aquél en porcentajes oscilantes entre un 9% y 3.2%.

También, Santamaría (2021) defendió su tesis “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm², Lambayeque” donde ensayó tres muestras de agua: una residual de la PTAR Lambayeque, otra con el agua residual tratada con el agente indicado en el título y agua potable, empleándolas en la elaboración del concreto 210 Kgcm² como indicador de la idoneidad de las aguas e indicador del rendimiento del aditivo ensayado. Las dosis se fijaron en reemplazos del 35%, 70% y 100% del agua potable por la muestra residual evaluada.

Los resultados muestran que aunque la PTAR evaluada no produce agua que satisfaga los requerimientos de sólidos y ácidos grasos en suspensión, el concreto elaborado con dicho efluente tratado con los aditivos DAC-1 y ART-12 demostró mejoras significativas en la evaluación compresiva y flexiva. Específicamente, a los 28 días de curado la mejora fue de 10%, 17%, 11% y 29% para la totalidad del agua de diseño tratada con las siguientes dosis de aditivos 0%, 35%, 70% y 100%. A los 90 días los incrementos fueron del 16%, 29%, 18% y 5% para las mismas dosis de aditivo. De igual forma, la resistencia a la flexión también mejoró en un 31% y 1% para agua residual tratada por el tratamiento de la PTAR y tratada con el aditivo evaluada en porcentajes del 100% y 70% respectivamente. La autora refiere que no hay diferencias en cuanto al ataque de sales y sulfatos del agua residual tratada respecto al agua potable, a la vez que mejora el tiempo de curado.

Bases teóricas aplicadas en la investigación

Agua residual

Ecomar (2020) sostiene que es agua que ya fue usada en diversas actividades, pudiendo provenir por tanto de usos domésticos cuanto industriales en la mayoría de los casos, teniendo por tanto, una gran cantidad de impurezas y contaminantes que acarrea consigo hacia un vertedero mediante una red de desagües y alcantarillas en dirección a una planta de tratamiento o la técnica que las autoridades locales hayan dispuesto. En algunos lugares, el agua residual se procesa para su reuso en aplicaciones principalmente agrícolas (Primer párrafo).

Componentes del agua residual

La fuente anterior precisa que los componentes son químicos y biológicos. En efecto, los componentes químicos prevalentes son los orgánicos como las grasas principalmente, hidratos de carbono, oleos, proteínas, compuestos orgánicos aromáticos, etc. Entre los inorgánicos se tienen los metales pesados, nitrógeno, azufre y fósforo. También se tienen gases producto de la actividad bioquímica desarrollada por los microbios y virus sobre sus hospedantes, entre los cuales se tiene el sulfuro de hidrógeno caracterizado por su fétido olor. Entre los componentes biológicos se tienen microorganismos portados por los restos fecales, plantas y virus (Segundo y tercer párrafo).

Disposición del agua residual

El Banco Mundial (2020) precisa que de cada diez litros de agua residual, ocho se disponen inadecuadamente, integrándose al medio ambiente de manera no idónea, es decir sin tratamiento, señalando además, que de ella es posible la obtención de valiosos recursos como gases, materiales, abonos, nutrientes y energía, aparte del agua tratada aplicada generalmente en agricultura (Primer párrafo).

Tratamiento en plantas del agua residual

Es un conjunto de técnicas físicas, químicas y biológicas habilitantes del agua residual como agua de aplicaciones agrarias prevalentemente. En algunos casos esta puede ser filtrada y acondicionada al nivel de potabilizada.

La batería de procesos dispuestos para lograr la purificación del agua comprende las siguientes etapas:

a. Procedimientos sedimentarios o físicos. Estos procedimientos permiten separar los sólidos mayores cuya densidad es mayor que la del agua, reteniéndose así: plantas, ramas, metales, etc.

b. Procedimientos químicos. Los químicos empleados permiten una mayor sedimentación de los sólidos presentes en el agua residual a la vez que ofrecen un hábitat adverso para los microorganismos presentes en ella. Entre los tratamientos más frecuentes se emplea la luz o radiación UV y la insuflación de ozono a través del agua.

c. Procedimientos biológicos. Considera el uso de microorganismos específicos que degradan metabólicamente la materia orgánica y ácidos grasos presentes en el agua residual, mejorando su pureza. Estos agentes se aplican mediante fangos activos biológicamente. Otro medio biológico usado en países en desarrollo son las camas de oxidación consistentes en posas con base de carbón, caliza y base plástica favorecedora de la formación de microorganismos que se alimentan de la materia orgánica del agua residual Etecé (2021).

En la Figura 1 se observa una compleja instalación para el tratamiento del agua residual.

Figura 1

Complejo para el tratamiento del agua residual



Nota. Tomado de Laguna, s. f.

Niveles de tratamiento del agua residual

Durante el tratamiento del agua residual se verifican los siguientes niveles de procesos

Nivel primario. En esta etapa se realiza la remoción mecánica o física de los contaminantes mayores como basura o botellas por sedimentación y filtros de gran diámetro el cual se va angostando paulatinamente hasta llegar al calibre de la arena. Las grasas, ampliamente prevalentes en el agua residual, son recuperadas por segregación gravimétrica, quedando el agua habilitada para continuar con el siguiente nivel de filtrado o purificación.

Nivel secundario. En esta fase se atacan los residuos orgánicos mediante las siguientes técnicas.

a. Cribado. Esta fase de filtraje es mucho más fina que la anterior y permite la retención de pequeñas partículas como hebras pequeñas y similares.

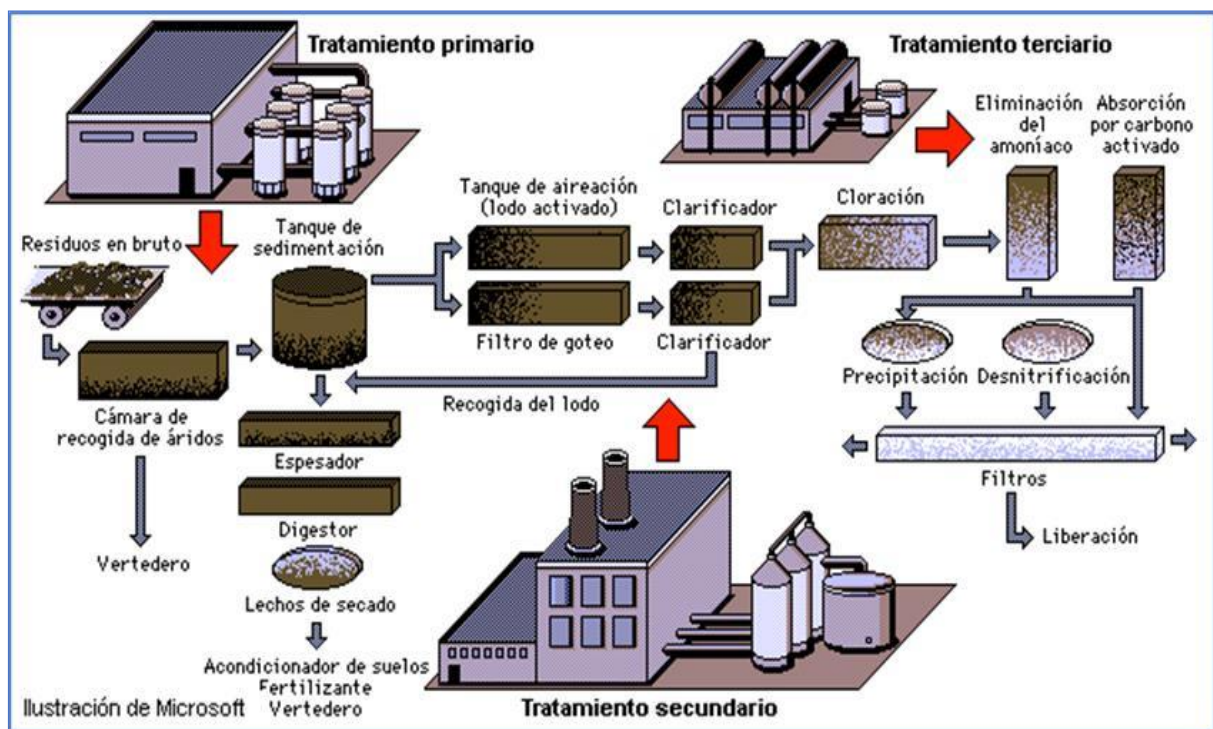
b. Lodos biológicamente activos. Los microorganismos presentes en ellos digieren la materia orgánica, metabolizándola. En este proceso, la inyección de oxígeno y la

actividad biológica permiten degradar por oxidación inclusive partículas de metal pequeñas.

c. Lagunas de oxidación. Las bacterias y protozoarios que se desarrollan en su entorno permiten la degradación de la materia orgánica, reduciéndola. Estas pozas actualmente se consideran el tratamiento mínimo que se puede brindar al agua residual.

Figura 2

Fases del tratamiento del agua residual



Nota. Tomado de Microsoft como se citó en Tratamiento de aguas residuales, 2022.

Nivel terciario. Es el último nivel de purificación y considera el empleo de químicos, logrando una elevada calidad del agua resultante, quedando así lista para su incorporación en algún cuerpo de agua o uso agrícola. Esta fase considera las siguientes etapas:

a. Filtraje. Por medio de este procedimiento se logra retener los contaminantes que hayan superado las etapas previas. Los núcleos filtrantes se elaboran con arena mezclada con gravas pequeñas en granulometría específica, carbón activado o materiales filtrantes apropiados a la finalidad requerida.

b. Lagunas de oxidación. La secuencia comprende fases anaeróbicas, facultativas y madurativas, siendo un arreglo sumamente potente en cuanto a poder limpiador y purificador del agua, requiriendo sin embargo, grandes extensiones con equipamiento de costo elevado.

c. Reducción de materia orgánica. El nitrógeno y el fósforo prevalecen en las aguas residuales en este punto del tratamiento. Estos nutrientes pueden favorecer la formación de algas, siendo tóxicas sin embargo para los peces en caso sea devuelta a algún cuerpo de agua. Para evitar estos escenarios, se emplean bacterias que fagocitan los restos fecales, reduciendo su concentración.

d. Asepsia del agua. Constituye el último eslabón en la cadena de desinfección del agua residual, realizándose por irradiación de luz ultravioleta, insuflación de ozono y cloración.

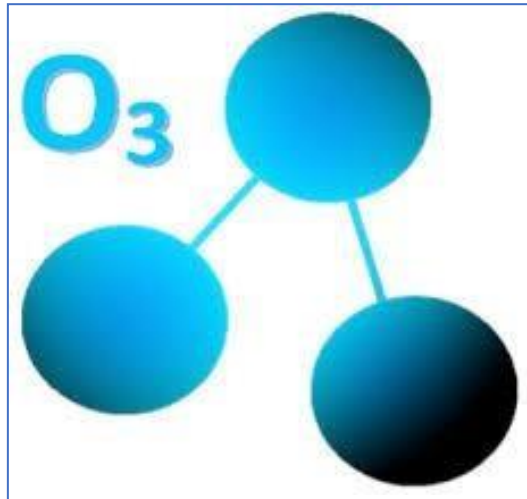
Ozono

Gracias a sus tres átomos de oxígeno por molécula y tipo de enlace, el ozono es un gas con una gran capacidad oxidante por lo que se emplea ampliamente en aplicaciones de desinfección profunda. Se puede producir de manera muy sencilla aunque también se descompone con facilidad por lo que reacciona con facilidad con otras moléculas, llegando al punto de ser explosivo aún en pequeñas dotaciones. La observación de las tormentas con su elevado poder ionizante permitió su descubrimiento en 1840. Este gas se encuentra en forma natural en la atmósfera y es identificable por su olor característico durante las tormentas eléctricas y cerca de las caídas de agua, método que se reproduce de forma análoga para elaborarlo de manera industrial. Se emplea en la purificación del agua donde produce la rotura de los compuestos orgánicos, obteniéndose valores elevados de calidad; su uso se extiende, sin embargo a la limpieza de alimentos, ambientes y automóviles.

En la Figura 3 se muestra una molécula de ozono compuesta por sus tres átomos de oxígeno.

Figura 3

Molécula de ozono mostrando sus tres átomos de oxígeno



Nota. Tomado de Sweden y Martina, 2022.

El ozono permite el control de la radiación UV ($290 < \lambda < 320$ nm) procedente del sol e incidente en la alta atmósfera, filtraje que permite en buena medida la vida en la tierra, considerando que la llegada de la radiación UV a la tropósfera la pondría en riesgo. Ambientalmente, los rayos UV calientan la estratósfera dificultando la ascensión del aire fresco hacia las zonas altas, catalizando así el efecto invernadero (IDEAM, s. f.).

Concreto

Yirda (2021) define el concreto en términos de sus componentes agua, arena, piedra y cemento que al momento de fraguar adquiere características pétreas muy deseables en el campo de la construcción: gran dureza y durabilidad al tiempo que fresco permite una muy buena trabajabilidad con la muy deseable capacidad de adoptar la forma que se desee (Primer párrafo).

Conformantes del concreto

Los elementos componentes del concreto son:

a. Cemento. Se elabora en base una mezcla de yeso, aditivos, hierro, caliza y arcilla secados a 1500 °C y pulverizados muy finamente. El compuesto resultante se denomina Clinker y puede aditivarse de acuerdo a las características deseadas y aplicación específica. El cemento es la base de la construcción, destacándose los morteros obtenidos por su excelente trabajabilidad, resistencia y belleza duradera, además de resistir muy bien los elementos (CEMEX, 2022).

b. Agregados. Constituyen el complemento del cemento en cuanto a aplicaciones en la construcción, confiriéndole plasticidad, trabajabilidad y resistencia. Los agregados constituyen en volumen o peso, la mayoría de los componentes del concreto, llegando a ocupar 70 de cada 100 partes de su composición. La calidad y cantidad de los agregados en relación al cemento determinan, juntamente con el agua de diseño, las características de resistencia del concreto.

Aunque el uso prevalente de los agregados se da en la elaboración de concreto, se emplean también como elemento filtrante, mejoradores de superficies y suelos muy compactos, rellenos, reductores de velocidad para vehículos con problemas de frenado, etc.

Los agregados se obtienen de forma directa de la naturaleza, mejorados o acondicionados mecánicamente en nivel industrial o semiindustrial a nivel de canteras de donde se extraen, en el ejercicio de la minería no orientada a metales. Los agregados obtenidos por aplicaciones y acciones mecánicas tienen generalmente mayor calidad y uniformidad granulométrica aparte de un mejor control de la dureza, características que se mejoran significativamente con una mayor angulosidad y limpieza (CEMEX, 2021).

Agregado fino

Son aquellos áridos cuya dimensión no supera los 4.75 mm de diámetro, quedando definido en términos prácticos como aquellas partículas que son retenidas por el tamiz N° 200 y que atraviesan el de 3/8". En la industria de los agregados, el componente fino se obtiene por sucesivos triturados de áridos y rocas de mayores dimensiones.

En lo funcional, el agregado fino o arena gruesa influye grandemente en la trabajabilidad de la mezcla cuando el concreto o mortero se encuentra fresco. Este agregado, como cualquier material, debe conservarse limpio a fin de obtener un resultado que reúna las características de rendimiento esperado en el diseño de la mezcla de concreto.

Figura 4

Obtención del agregado fino en cantera mecanizada



Nota. Tomado de Blog de la construcción, 2018.

Agregado grueso

El agregado grueso en términos granulométricos es aquel que tiene un diámetro mayor a los 4.74 mm del tamiz N° 4. Este agregado, al igual que el fino, se obtiene de forma natural o mediante la trituración de rocas de resistencia adecuada de formación geológica sedimentaria o metamórfica. Este y cualquier agregado debe conservarse en condiciones de higiene a fin de obtener un concreto de calidad (Chryso, (2021).

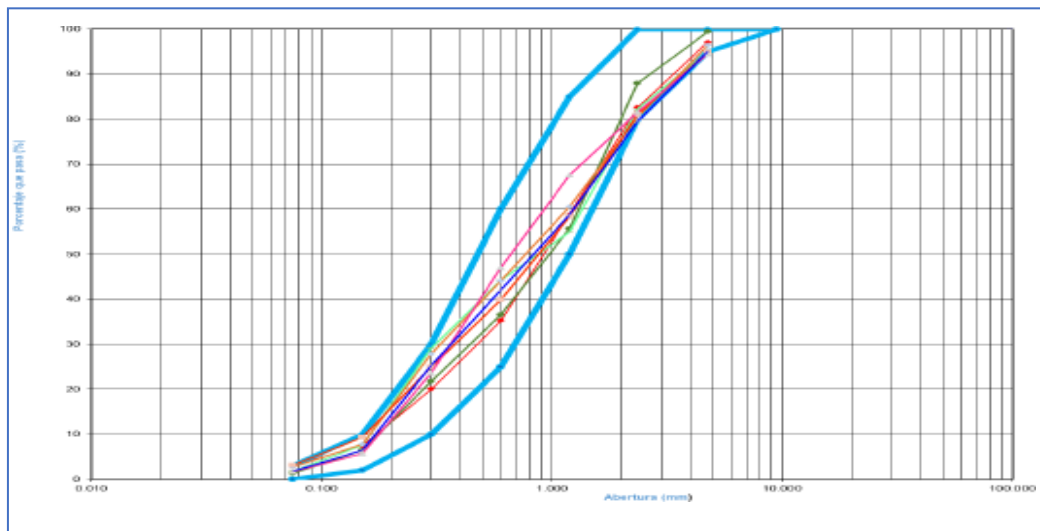
Al respecto Hernández (2021) refiere que la calidad y dimensiones de este agregado influye grandemente en la resistencia del concreto (p. 56).

Granulometría

Se denomina así a la categorización de los agregados de acuerdo a su tamaño, proceso susceptible de verificarse de forma manual o por medios mecánicos. La importancia de la granulometría de los agregados deviene del proceso de diseño de mezcla del concreto. En efecto, este importante proceso considera a los agregados categorizados en finos y gruesos, teniéndose además el parámetro del módulo de fineza, importante valor que interviene en la determinación de la resistencia requerida para el concreto. El procedimiento granulométrico se verifica tamizando los materiales sucesivamente, pesando lo pasante y lo que no, anotando paulatinamente los valores correspondientes a las mallas o tamices empleados y el peso correspondiente. El resultado se lleva a una escala semilogarítmica como la mostrada a continuación.

Figura 5

Curva granulométrica típica



Nota. Tomado de Ferrel & Moreano (2019).

Peso unitario.

Para un volumen unitario, es el peso que le corresponde para completarlo, siendo sus unidades por tanto unidades de peso entre unidades de volumen.

Peso específico

Se calcula en base al peso del agregado que desplaza un volumen de agua. De manera análoga al peso unitario, este valor tiene dimensiones de peso sobre volumen. Este dato se emplea para diseñar la mezcla en la elaboración del concreto.

Porcentaje de humedad

Representa el peso del agua contenida en el agregado respecto de su peso total, es decir agua más agregado. El agua del agregado se retira por evaporación.

Porcentaje de absorción

Esta cifra representa la cantidad de agua absorbida por el agregado evaluado respecto de su peso. Este valor en conjunto con la humedad permiten determinar el agua neta contenida en el agregado, obteniéndose la cantidad de agua a corregir en el diseño de mezcla, esto es, si la humedad supera la absorción, se deberá restar agua del valor de diseño; en caso contrario, será preciso adicionarla. El agua tiene un fuerte efecto en la resistencia del concreto por lo que este valor de corrección de agua es muy importante.

Sales

Las sales incrementan la conductividad galvánica iniciando o acrecentando el proceso corrosivo del acero de refuerzo del concreto. Las sales contenidas en los agregados y en el agua, son por tanto un valor de cuidado y por tanto un parámetro a vigilar especialmente. El traslado de las sales en el concreto se verifica por movimiento osmótico y son características sus manifestaciones como eflorescencias en las partes de los muros expuestas a humedad (Becosan, 2021).

Relación agua cemento

Es un parámetro de diseño de la mezcla de concreto de gran importancia en la medida que la resistencia del concreto depende inversamente de la cantidad de agua empleada en su diseño. Numéricamente es el volumen de agua existente en un m³ de mezcla de concreto fresco.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

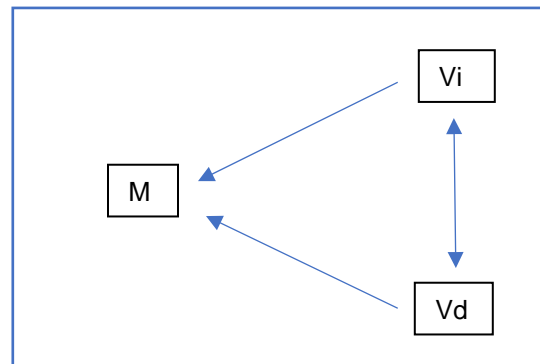
La investigación realizada se definió como aplicada por aplicarse técnicas y conocimientos preexistentes en la solución de problemáticas específicas, en este caso el desconocimiento del efecto del agua residual en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm^2 . En virtud del alcance de la investigación, esta fue exploratoria en la medida que no se tiene referencias de estudios similares en la región. En términos de su causalidad, la investigación fue causa-efecto pues se buscó determinar el efecto que tiene el agua residual ozonizada en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm^2 (Hernández y Mendoza, 2018).

3.1.1 Diseño de la investigación

La investigación se desarrolló de acuerdo a la siguiente relación:

Figura 6

Esquema de la investigación



En la Figura 6, la variable independiente V_i y la dependiente V_d se observaron en la muestra M , encontrando una relación del tipo causa efecto entre ellas.

En atención al diseño experimental de la investigación, la novedosa técnica de la ozonización del agua residual como tratamiento desinfectante se puso a prueba esperando ver una respuesta en forma de resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm²; es en esta condición que se verificó el método investigativo hipotético deductivo, donde los datos obtenidos en la fase de campo sirvieron para la prueba de hipótesis de cuyo resultado se obtuvieron las deducciones que, de acuerdo a los objetivos planteados, permitieron establecer las conclusiones y ulteriores recomendaciones de la investigación (Guillén, 2018, p. 27).

De acuerdo a la oportunidad de recojo de información en campo, esta se realizó en una única oportunidad, correspondiendo entonces catalogarla como investigación transversal en el tiempo.

3.2 Variables y su operacionalización

La investigación es bi-variable. En estas condiciones.

Variable independiente:

Agua residual tratada con ozono

Definición conceptual: Agua residual tratada, para efectos de limpieza, con ozono (Santamaría, 2021, p. 43).

Definición operacional: La variable se operativizó mediante una ficha de observación

Variable dependiente:

Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm²

Definición conceptual: Se define como la fuerza que es capaz de soportar una probeta de concreto 210 Kg/cm² antes de fracturarse, dividida entre su área (Abanto 2009 como lo citaron Huerta & Roldán, 2021, p. 21).

Definición operacional: La variable se operativizó mediante una ficha de observación

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

Se estableció como población las plantas de tratamiento de agua residual ubicadas en la ciudad de Tumbes. Identificando las PTAR en la Tabla 1, solo se encontró una planta, la de código ptar-01

Tabla 1

Plantas de tratamiento de agua residual ubicadas en el departamento de Tumbes

Localidad	Código	Ubicación	Cota msnm	Año construcción	Caudal operación lps	Área drenaje (ad)
Tumbes	ptar-01	03°32'47.42288" S , 80°25'33.16151" W	16.0	1992	55.0	01,02,03,04,05,06
San Juan de la Virgen	ptar-02	03°37'03.12751" S , 80°25'41.73342" W	29.0	1992	9.0	01,02
Pampas de Hospital	ptar-03	03°41'37.84348" S , 80°25'31.14594" W	38.0	1995	15.0	01,02
San Jacinto	ptar-04	03°38'46.06250" S , 80°26'41.96951" W	23.0	1997	12.0	01
Corrales	ptar-05	03°35'35.70566" S , 80°29'02.53062" W	7.0	1987	35.0	01,02,03,04,05
Zarumilla	ptar-06	03°29'15.61585" S , 80°16'13.64895" W	6.0	1985	46.0	01,02,03
Aguas Verdes	ptar-07	03°29'15.61585" S , 80°16'13.64895" W	5.0	1990	58.0	01,02
Aguas Verdes	ptar-08	03°28'52.25269" S , 80°16'04.46158" W	9.6	1993	21.5	03
Papayal	ptar-09	03°34'04.92368" S , 80°14'16.28211" W	46.0	1994	2.5	01
La Cruz	ptar-10	03°37'27.44100" S , 80°34'01.36801" W	5.0	1987	24.0	01,02,03
Zorritos	ptar-11	03°40'18.09218" S , 80°39'04.20880" W	24.3	1995	8.0	01,02,03,04
Puerto Pizarro	ptar-12	03°31'23.89" S , 80°22'34.25" W	12.0	2010	6.4	01,02
Acapulco	ptar-13	03°44'40.9911" S , 80°46'03.53" W	21.0	2010	2.0	05

Nota. Tomado de Agua Tumbes (2022?)

Criterio de selección: La condición de estar registrada como planta de tratamiento de agua residual en el inventario de la empresa Agua Tumbes, prestadora del servicio de agua potable y alcantarillado en el departamento de Tumbes.

Unidad de análisis: La planta de tratamiento de agua residual existente en la ciudad de Tumbes.

3.3.2 Muestra

La planta de tratamiento de agua residual en la ciudad de Tumbes

3.3.3 Muestreo

Debido a que solo hay una PTAR en la ciudad de Tumbes, no se ha realizado muestreo.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

A efectos del recojo de datos, se emplearon las técnicas e instrumentos de recolección de datos indicadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Condensado de las técnicas e instrumentos de recojo de datos

Variable	Técnica	Instrumento	Información recolectada
Agua residual tratada con ozono	Observación	Ficha de observación	a. Características físico-químicas b. Características bacteriológicas c. Dosis de ozono
Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	Observación	Ficha de observación	Resistencia a la compresión

3.5 Procedimientos

Los procedimientos en el campo fueron los siguientes:

A. Preparativos

- a. Solicitud de cotización por ensayos de agua al laboratorio ALAB, lo cual se evidencia con la proforma de servicios N° P-2022-0000007865 de fecha 16.09.2022.

- b. Recepción del contenedor isotérmico enviado por el laboratorio ALAB, según la Figura 13, la Figura 14 y la Figura 15 donde se observan los recipientes debidamente estériles y los reactivos a emplear para la conservación de las muestras a ensayar.

B. Primera visita a la PTAR de la ciudad de Tumbes

- a. Apersonamiento de la tesista a la PTAR de la ciudad de Tumbes, lo cual se evidencia con la Figura 16.
- b. Recolección de muestras de agua residual, acción evidenciada en la Figura 17.
- c. Aplicación de reactivos conservantes para las muestras a ensayar, según se observa en la Figura 18 y la Figura 19.
- d. Momento final de la visita a la PTAR de Tumbes con el contenedor isotérmico lleno de muestras propiamente acondicionadas, según se evidencia en la Figura 20.

C. Recojo de agua residual en mayor volumen; determinación de dosis óptima de ozono; y, ozonizado del agua residual para ensayo mecánico.

- a. Llegada y disposición para la recolección de agua residual en la PTAR disponiéndose a recolectar el agua residual, vista en la Figura 21.
- b. Completado del recojo con el agua residual ya recolectada, según la Figura 22 **Figura 22.**
- c. Ozonizado del agua residual en tres diferentes dosis controladas por tiempo. En efecto, el ozonizador empleado en el ensayo entrega, según el fabricante 500 mg de O₃ cada 60 minutos. En base a ello se establecieron tres dosis fijadas en tiempo en 5', 15' y 25 minutos, lo que referido en ozono resulta en 27.78, 83.33 y 138.89 mg de O₃ por cada litro de agua residual. Esto se comprueba en la Figura 23, la Figura 24 y la Figura 25.

d. Verificación del oxígeno disuelto en el agua residual tratada lo cual se observa en la Figura 26 y la Figura 27.

e. Ozonizado del agua residual para ensayo mecánico con la dosis de 138.89 mgO₃/Lt, acción verificada en la Figura 28 y la Figura 29.

D. Embalado del agua residual tratada para ser enviada al laboratorio ALAB para su ensayo.

a. Depósitos llenos con agua residual tratada colocados en el contenedor, según la Figura 30.

b. Protección de los frascos y pomos llenos con agua residual, según la Figura 31.

c. Contenedor isotérmico completado de acuerdo a la Figura 32.

E. Ensayo de agregados en laboratorio de mecánica

a. Tesista y los agregados para el ensayo de probetas, según la Figura 33

b. Ensayo granulométrico de los agregados de acuerdo a la

Tesista observando el material retenido por los tamices granulométricos

Figura 35 y la Figura 36.

- c. Ensayos físicos de los agregados, de acuerdo a la Figura 37 y la Figura 37.
 - d. Diseño de mezcla de concreto
- F. Elaboración de las probetas de concreto con agua residual tratada
- a. Reconocimiento del laboratorio y equipos empleados en la elaboración del concreto, según la Figura 38.
 - b. Vaciado del cemento y agregado fino, de acuerdo a la Figura 40 y la Figura 40.
 - c. Medición y adición de agua al trompo, según la Figura 42 y la Figura 42.
 - d. Medición de la temperatura del concreto fresco elaborado con agua residual tratada, de acuerdo a la Figura 43.

- e. Llenado del cono de Abrams y medición del slump, evidenciado en la Figura 45 y la Figura 45.
- f. Eliminación del aire atrapado mediante varillado o chuceado del concreto y martillado, según la Figura 46.

G. Elaboración de probetas de concreto con agua potable

- a. Adición de cemento y agregados al trompo mezclador, de acuerdo con la Figura 48 y la Figura 48.
- b. Adicionado de agua potable al trompo mezclador, acorde con la Figura 49
- c. Medición de la temperatura del concreto elaborado con agua potable, de acuerdo con la Figura 50.
- d. Cubetas llenas y listas para enrasar y cortar el concreto elaborado con agua potable, de acuerdo con la Figura 51.

H. Curado de probetas e identificación

- a. Curado de las probetas, según la Figura 52
- b. Vista de las probetas elaboradas con agua tratada y agua potable, según la Figura 54 y la Figura 54.

I. Ensayo de resistencia a la compresión por rotura de probetas:

7 días:

- a. Preparación y acomodo de las probetas para su ensayo, de acuerdo con la Figura 55.
- b. Colocación de las probetas en la máquina de ensayo, de acuerdo con la Figura 56.

14 días:

- a. Preparación y acomodo para el ensayo de las probetas, acorde con la Figura 57.

b. Finalización parcial del ensayo a los 14 días, según la Figura 58

28 días:

a. Preparación y acomodo de las probetas para ensayar a los 28 días, de acuerdo con la Figura 59.

b. Colocado y probetas ensayadas a los 28 días, según la Figura 61 y la Figura 61.

3.6 Método de análisis de datos

Para determinar si la resistencia a la compresión observada en las probetas elaboradas con agua potable y con agua residual tratada con ozono son estadísticamente diferentes se emplearon sendas pruebas de significación basadas en la distribución t de Student diseñada para muestras con igual varianza. Estas pruebas numéricas se ubican en el Anexo 5. Las pruebas estadísticas practicadas a los datos recolectados a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto mostraron ser estadísticamente significativas de acuerdo con el agua empleada en la elaboración del concreto, por lo cual se empleó para la dócima de la hipótesis general o de trabajo en atención al método hipotético deductivo empleado en la investigación.

3.7 Aspectos éticos

Definida la ética como el estudio de la conducta humana en relación con la moralidad (Taipe, 2021, p. 10), se plantearon y consideraron tres ejes fundamentales en la presente investigación:

a. Respeto a las personas. En todo momento se respetó a las personas involucradas en la investigación, desde su planeación hasta la consecución. Aunque la investigación no considera la experimentación de dosis de tratamiento alguno en humanos ni animales, se informó a los involucrados acerca de los procesos a desarrollarse, de tal modo que tuvieran conocimiento cabal de las actividades desarrolladas a lo largo de la investigación.

Se respetó asimismo la propiedad intelectual de los investigadores, reconociendo y citando debidamente los créditos cuando correspondió. De igual manera, se respetaron los pareceres, opiniones, costumbres y derecho a decidir de las personas involucradas en la investigación.

b. Beneficencia. La investigación, en todo momento, buscó la mejoría de los procesos, productos y la ampliación del conocimiento, promoviendo el beneficio mutuo, tanto con los involucrados en el proceso investigativo, como con el cuerpo del conocimiento científico. El fin de la investigación buscó la mejora en la reducción de la contaminación por agua residual, la reducción del consumo de agua potable en la construcción y la ampliación en el abanico de posibilidades y alternativas de materiales en el campo de la construcción.

c. Justicia. La investigación consideró la distribución justa y equitativa de los recursos, beneficios y riesgos involucrados en ella, en relación con las personas involucradas directa o indirectamente con las actividades, procesos o resultados de la investigación (Arispe, 2021).

IV. RESULTADOS

Objetivo general

El objetivo general de la investigación buscó *determinar el efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², en la ciudad de Tumbes.*

El efecto del agua residual sobre la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² ha sido en una reducción estadísticamente significativa al 95% de confiabilidad en su valor, respecto del obtenido con agua potable con la que se elaboró el concreto patrón.

No obstante la reducción significativa antes mencionada, el valor de la resistencia compresiva se mantiene por encima del valor de diseño fijado en 210 Kg/cm².

Tabla 3

Desviación de la resistencia de diseño de acuerdo con el agua empleada en la elaboración del concreto

Días de curado	Agua empleada en la elaboración del concreto	Resistencia a la compresión promedio (Kg/cm ²)	Resistencia de diseño	% de desviación
7	Agua residual ozonizada	172.10	210 Kg/cm ²	81.95
	Agua potable	190.70	210 Kg/cm ²	90.81
14	Agua residual ozonizada	221.56	210 Kg/cm ²	105.50
	Agua potable	230.24	210 Kg/cm ²	109.64
28	Agua residual ozonizada	231.27	210 Kg/cm ²	110.13
	Agua potable	249.20	210 Kg/cm ²	118.67

Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 a)

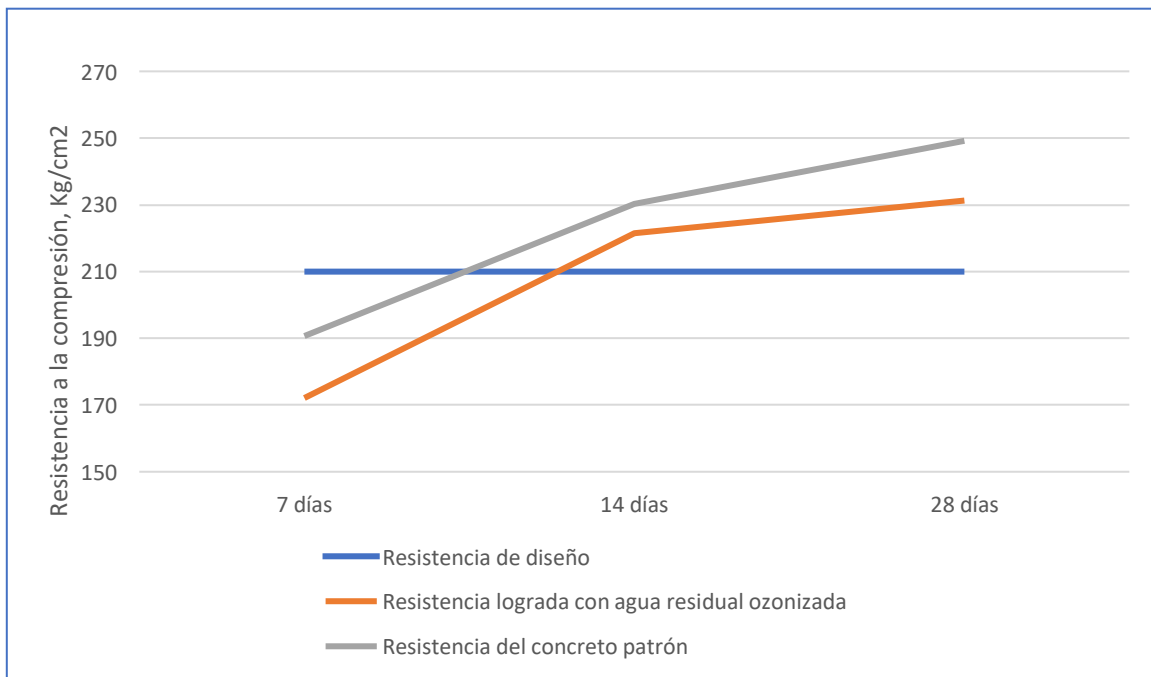
Según se observa en la Tabla 3, los valores de la resistencia a la compresión lograda por el concreto elaborado con el agua residual de la PTAR de la ciudad de Tumbes,

ozonificada con una dosis de 138.89 mg de O₃ por litro, sin ningún otro tratamiento, tanto a los 14 y 28 días, fue mayor que el valor de diseño, 210 Kg/cm² definido en la presente investigación.

Lo señalado en forma numérica líneas arriba, se visualiza en la Figura 7:

Figura 7

Resistencias a la compresión y el valor de diseño 210 Kg/cm²



Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 a)

Según se observa en la figura anterior, el valor de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con el agua residual tratada y con agua potable, a los 14 y 28 días, excedieron el valor de diseño, 210 Kg/cm².

Objetivo específico 1

Este objetivo busca *evaluar las propiedades físicas y químicas del agua residual y la tratada con ozono*. Los resultados de laboratorio mostraron los siguientes valores:

Tabla 4

Resultados de ensayos practicados al agua residual de la PTAR de Tumbes sin y con aplicación de ozono

Ensayo	Unidad	Límite de cuantificación	Límite de detección	Resultado		Referencia
				Agua residual de la PTAR	Agua residual de la PTAR tratada con ozono a 138.89 mgO ₃ /Lt	Agua potable de origen superficial muestreada por Cherres (2020) el 18.09 y el 04.10 del 2019 en la ciudad de Tumbes
Conductividad	uS/cm	0.01	No disponible	1518.00	1452.00	2260.0
Temperatura	°C	0.1	No disponible	25.0	19.5	No disponible
Aceites y grasas	mg/L	0.5	0.3	19.20	0.55	No disponible
Sólidos suspendidos totales	mg/L	5.0	2.0	69.20	17.0	167.0
Demanda química de oxígeno	mg/L	5.0	2.0	394.6	177.0	No disponible
Oxígeno disuelto	mg OD/L	0.1	0.04	4.98	1.29	No disponible
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	2.0	0.4	183.2	55.9	No disponible
Coliformes fecales termorresistentes	NMP/100mL	1.8	No aplica	160 millones	54000	25
pH	Unidad de pH	0.01	No disponible	7.5	7.00	7.55
Alcalinidad Total	Mg CaCO ₃ /L	5.00	2.00	328.28	300.09	No disponible
Cloruro	Mg/L	5.0	2.0	178.17	182.20	127.62
Sulfato	Mg/L	2.5	1.0	137.50	173.80	No disponible

Nota. Elaborado en base a resultados de laboratorio ALAB (2022) y en Cherres (2020) donde se muestra el promedio de los valores publicados.

Objetivo específico 2

Este objetivo *determinó la granulometría y propiedades físicas de los agregados para la elaboración del concreto para los ensayos*

Granulometría

Agregado fino

En la Tabla 5 se muestra el resultado granulométrico practicado al agregado fino. La granulometría y el consecuente módulo de fineza se consideran adecuados para el empleo de este agregado en la construcción.

Tabla 5

Resultado granulométrico

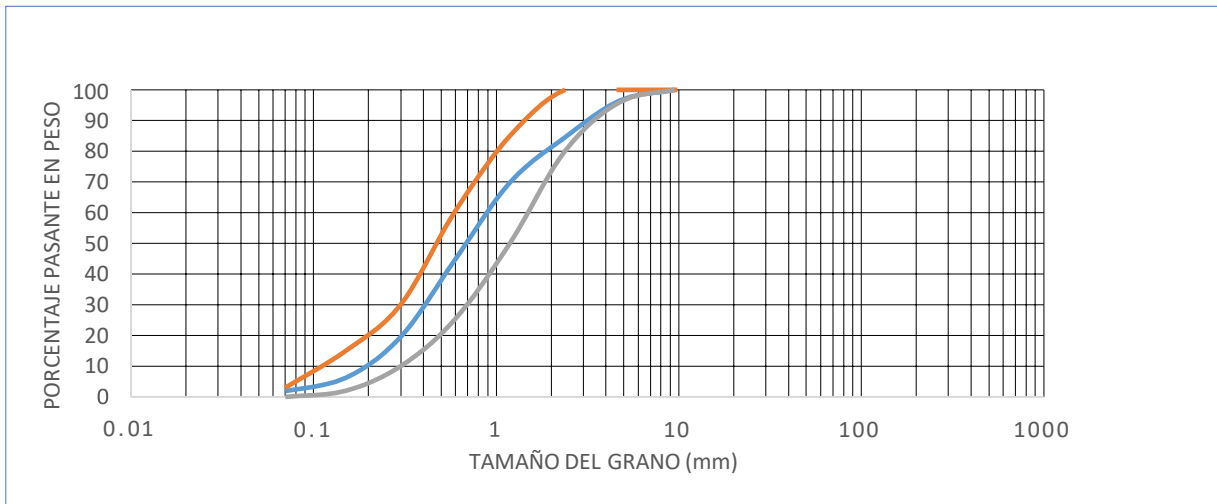
Malla	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso compactado (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante
3/8 "	9.52	0	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	35	35.0	3.5	3.5	96.5
N° 8	2.38	120	120.0	12.0	15.5	84.5
N° 16	1.19	147	147.0	14.7	30.2	69.8
N° 30	0.59	255	255.0	25.5	55.7	44.3
N° 50	0.3	248	248.0	24.8	80.5	19.5
N° 100	0.15	133	133.0	13.3	93.8	6.2
N° 200	0.07	43	43.0	4.3	98.1	1.9
Cazuela	Fondo	19	19	1.9	100.0	0.0
		1000		Módulo = 2.792		

Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 b).

En la figura siguiente se observa la representación del resultado granulométrico. De acuerdo al gráfico, la curva granulométrica -en azul- se encuentra entre el límite inferior -en naranja- y superior – en plomo- de los límites ASTM C 125 recomendados para el agregado fino.

Figura 8

Curva granulométrica del agregado fino



Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 b).

Agregado grueso

En la Tabla 6 se muestra el resultado de la granulometría practicada al agregado grueso.

Tabla 6

Resultado granulométrico del agregado grueso

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso compactado (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% pasante
2"	50.8	0	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.1	0	0	0.0	0.0	100.0
1 "	25.4	62	62	4.1	4.1	95.9
¾"	19.0	205	205	13.7	17.8	82.2
½"	12.7	716	716	47.7	65.5	34.5
3/8"	9.5	320	320	21.3	86.9	13.1
N° 4	4.76	196	196	13.1	99.9	0.1
Cazuela	Fondo	1	1.0	0.1	100.0	0.0
		1500	1500	100		

Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 b).

En la Figura 9 se muestra la curva granulométrica correspondiente al agregado grueso.

Figura 9

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 b).

Resultados de ensayos practicados a los agregados

En la Tabla 7 se muestran los resultados de los ensayos físicos practicados a los agregados empleados en la elaboración del concreto para las evaluaciones consideradas en la investigación.

Tabla 7

Características físicas de los agregados ensayados

Ensayo	Fino	Grueso	Unidad	Norma
% de absorción	3.51	2.03	%	ASTM C-128 ASTM C-127
% Humedad	1.02	0.37	%	N.T.P 339.127 ASTM D-2216
Peso unitario suelto	1,569.09	1,478.10	Kg/m ³	ASTM C 29
Peso unitario compactado	1,608.78	1,622.90	Kg/m ³	ASTM C 29
Peso específico	2.34	2.54	gr/cm ³	ASTM C-128 ASTM C-127
Módulo de fineza	2.792		--	ASTM C-125
Tamaño máximo nominal	--	¾"	pulgada	N.T.P 400.012

Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 b).

Objetivo específico 3

Este objetivo específico se enfoca en *determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² elaborado con agua residual tratada con ozono y con agua potable.*

Tabla 8

Resistencia a la compresión observada

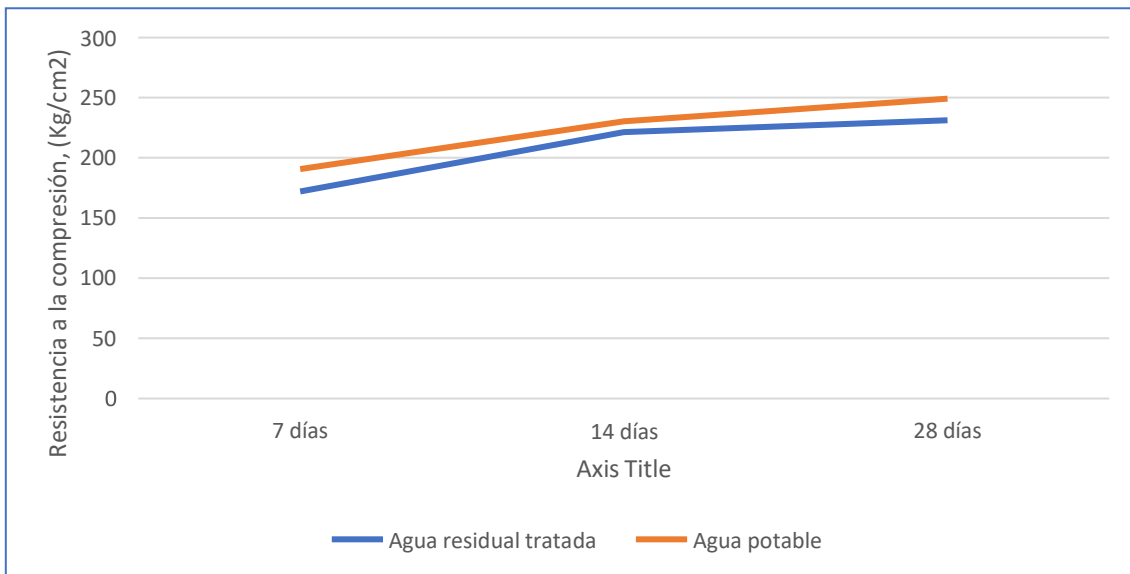
Dosis de ozono, días de curado y resistencia a la compresión (Kg/cm²)						
		R1	R2	R3	Promedio	Desviación estándar
7 días	Dosis de O ₃ 138.89 mgO ₃ /Lt	178.43	165.76	172.11	172.10	6.34
	Concreto patrón	190.70	188.15	193.24	190.70	2.55
14 días	Dosis de O ₃ Dosis 3 = 138.89 mgO ₃ /Lt	222.86	220.26	221.57	221.56	1.30
	Concreto patrón	231.35	229.15	230.22	230.24	1.10
28 días	Dosis de O ₃ 138.89 mgO ₃ /Lt	233.59	224.37	235.86	231.27	6.09
	Concreto patrón	245.66	259.86	242.09	249.20	9.40

Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 a)

Según la Tabla 8 los valores de la resistencia a la compresión con el concreto patrón siempre resultaron mayores respecto del obtenido con el agua residual tratada con ozono. Los resultados mostraron una desviación estándar mínima a los 14 días de curado de concreto, la cual se incrementó considerablemente a los 28 días de curado del concreto según se observa en la Figura 11.

Figura 10

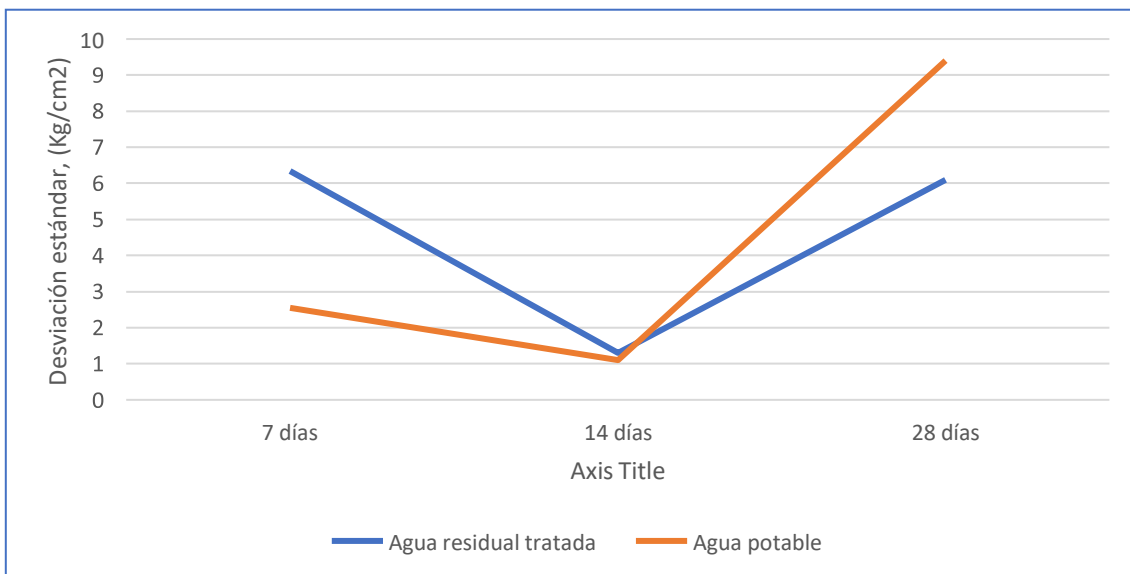
Resistencia a la compresión según el agua empleada



Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 a)

Figura 11

Desviación estándar de las observaciones realizadas



Nota. Elaborado en base a resultados de LEMATSA (2022 a)

Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis se muestra en la Tabla 9:

Tabla 9

Prueba de hipótesis

Hipótesis de trabajo	Validación	Resultado
El efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² es no significativo, en la ciudad de Tumbes, año 2022	Las pruebas t de significación indicadas en el Anexo 5 muestran diferencias estadísticamente significativas (p valor ≈ 0 y 95% de confianza) entre los valores de resistencia a la compresión cuando el concreto 210 Kg/cm ² se elaboró con agua residual tratada con ozono y agua potable	De acuerdo con el contraste, la diferencia es significativa, por lo que se puede decir que la hipótesis de trabajo no se ha validado, debiéndose aceptar por tanto la hipótesis alternativa, es decir que la diferencia entre las resistencias a la compresión del concreto elaborado con agua residual tratada con ozono y agua potable sí es significativa

V. DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación se contrastaron con la teoría existente y lo encontrado por otros autores a fin de poder obtener las deducciones, que, de acuerdo con el método hipotético deductivo empleado en la investigación, resultaron en las conclusiones de la investigación.

Discutiendo el resultado del objetivo general se precisa que la diferencia encontrada en la resistencia a la compresión del concreto elaborado con agua residual tratada con ozono fue significativa respecto de la observada para el concreto elaborado con agua potable. No obstante, ambos valores -tanto el promedio como los de las repeticiones- estuvieron, excepto a los 7 días, sobre el valor de diseño, fijado en 210 Kg/cm^2 . Esto es discordante con lo señalado por Ahmed et al., (2021) quienes refirieron que el agua tratada en conjunción con los agregados reciclados lograron mejores resultados que los ensayos con ingredientes estándar. De otro lado, se concuerda parcialmente con Parlikar et al., (2021) quienes sostienen que un reemplazo parcial del 0.25% del volumen de agua calculado en el diseño no alteró significativamente el valor de la resistencia compresiva. En este punto es necesario aclarar que en la presente investigación se ha realizado un cambio del total del agua, por lo cual los resultados difieren de los autores discutidos.

Contrastando resultados con Ahmad y Ayyad (2021), no se concuerda con ellos en la medida que refieren que el empleo de agua residual tratada incrementó el valor de la resistencia a la compresión en un 22% a los 28 días de curado del concreto, ya que en la presente investigación el valor de la resistencia a la compresión con agua residual ozonizada fue consistentemente menor que el valor medido a lo largo del trabajo en roturas de probetas de concreto patrón. Esto probablemente se deba al empleo, por parte de los autores, de agua residual con un mejor tratamiento de purificación en relación con el agua residual empleada en la presente investigación que solo consideró una estación de purificación con ozono. Al discutir con Chen et al. (2022) se discuerda parcialmente con ellos cuando refieren que un reemplazo de un 75% del agua de diseño del concreto mejora la resistencia a la compresión en un 20%, toda vez que los resultados de la presente investigación refieren resultados menores que el logrado con

agua potable, explicándose esta diferencia con los autores extranjeros en la calidad del agua residual de partida. En efecto la PTAR de la ciudad de Tumbes recibe el tratamiento mínimo, autolimpieza espontánea por gérmenes que digieren los restos fecales, de tal modo que el ozonizado ensayado, en la presente investigación, ha sido el único procedimiento de desinfección o mejora aplicado al agua residual.

En el entorno nacional, al contrastar con Cárdenas (2018) se concuerda en que las características externas o de apariencia del concreto elaborado con agua residual tratada y agua potable son semejantes en cuanto a textura, asentamiento, color, etc. si bien esto no se vincula con la resistencia a la compresión, objetivo general de la investigación, es importante señalarlo toda vez que la apariencia del concreto es un factor a tener en consideración, sobre todo si va a trabajar expuesto en aplicaciones específicas que así lo requieren. Respecto de Ñiquén (2020) se discuerda con su afirmación respecto de que todos los parámetros químicos y físicos del agua residual tratada con procedimientos biológicos son compatibles y semejantes con el agua potable en lo que a aplicación para elaboración del concreto se refiere, ya que los resultados de la presente investigación, explicados in extenso en el objetivo específico uno, muestra lo contrario. La diferencia, probablemente se deba al tratamiento avanzado de las PTAR en Lima metropolitana respecto del tratamiento prácticamente nulo observado en la PTAR de la ciudad de Tumbes.

Los resultados de la investigación concuerdan con Sáenz (2021) quien encontró una disminución en la resistencia a la compresión cuando se empleó agua residual tratada en las plantas de Lima Metropolitana, respecto de los valores observados con el agua potable, no siendo comparables los resultados, sin embargo, en el extremo que el autor empleó 3 diseños de mezcla para cada fuente hídrica y en la investigación se empleó sólo uno. Con Santamaría (2021) se discute en el sentido que la investigación refiere una mejora en la resistencia a la compresión gracias al empleo de los aditivos DAC-1 y ART-12 aplicados al agua residual, siendo probablemente superiores en desempeño que la ozonización practicada, ya que simultáneamente con la mejora se reporta un decremento de las sales y sulfatos y tiempo de curado del agua residual así tratada.

Respecto del primer objetivo específico, se observa que el ozono -en efecto- ha mejorado notablemente la calidad del agua residual, máxime si el tratamiento con el gas ha sido el único método empleado para la purificación, comprobándose de esta manera la aseveración teórica señalada por la empresa IDEAM (s. f.) cuando refiere su gran capacidad oxidante debida a su estructura molecular que lo hace ideal en aplicaciones de desinfección profunda.

De otro lado, el pH se encuentra en un nivel óptimo (7.00 unidades de pH) después del tratamiento con ozono, lo cual abona en la conservación del concreto por la neutralidad en el potencial de hidrógeno. En este punto no se concuerda con Woyciechowski et al. (2021) cuando señalan que el agua tratada es rica en iones sulfato, explicándose la diferencia por la insuflación del ozono que regula el pH, de acuerdo a la presente investigación. Es notable la reducción de coliformes fecales termorresistentes en un 99.97 % con la ozonización, lo cual comprueba las bondades de la oxigenación como método idóneo para la desinfección del agua residual. La demanda bioquímica de oxígeno cayó en un 69.49% pudiéndose interpretar ello como el resultado de una menor población microbiana producto de la ozonización. El valor reducido de oxígeno disuelto medido después de la ozonización, se debe al consumo realizado por los microorganismos previo a su reducción poblacional. De igual forma, la demanda química de oxígeno, abona en esta línea de ozonizado y reducción microbiana, la cual en este caso exhibe una reducción en el consumo de oxígeno en un 55.14 %, lo cual coincide con los datos de oxígeno bioquímico y disuelto antes referido, sugiriendo en este caso una lectura conjunta de parámetros referidos al oxígeno que muestran claramente una reducción del contenido biótico del agua residual tratada en la investigación.

En otro aspecto de la calidad del agua, los sólidos suspendidos en ella se han reducido en un 75.43% con lo cual se prueba que el ozono desintegra los compuestos por su elevado poder oxidante, disolviéndose luego en el agua. Un aspecto importante son los aceites y grasas los cuales exhiben una reducción del 97.14 %, pudiéndose explicar ello, al igual que con los sólidos totales, por efecto oxidante del tratamiento aplicado. La menor temperatura del agua tratada se debe a la menor energía interna en ella

producto de la inactividad microbiana por el agente desinfectante empleado. La conductividad reducida por la ozonización, abona en una posibilidad de conservación del material cementicio pétreo, considerando que una alta conductividad facilita la corrosión por incremento en la circulación de corriente entre zonas del material con diferentes potenciales eléctricos. En este punto es importante indicar lo encontrado por Cherres (2020) quien precisó que el agua potable en la ciudad de Tumbes en el año 2019 tenía una conductividad muy elevada, superior a la del agua residual actual, sugiriéndose que tratamientos sucesivos con ozono permiten obtener agua de calidad suficiente para aplicaciones en la construcción, de acuerdo a los resultados encontrados.

Respecto del segundo objetivo específico, los resultados muestran que los agregados empleados en la elaboración de las probetas para determinar si la resistencia a la compresión se ve influenciada por el empleo de agua residual tratada con ozono, sí cumplen con la normativa ASTM indicada en la Tabla 7. Es efecto, el agregado fino mostró un módulo de finura de 2.792 lo cual indica que la trabajabilidad del concreto logrado con este agregado fino es adecuada. Para el agregado grueso, el tamaño representativo fue $\frac{3}{4}$ ", empleándose este dato en el consiguiente diseño de mezcla. Respecto del agua aportada o absorbida por los agregados, el porcentaje de absorción excedió al de humedad tanto para el fino -3.51% de absorción contra 1.02 % de humedad-; como para el agregado grueso -2.03 % de absorción vs 0.37 % de humedad-. En estas condiciones en el cálculo del agua en obra se tuvo que agregar una cantidad adicional para compensar el estado seco del agregado. Es de señalar que el cálculo del agua es un indicador muy sensible toda vez que la resistencia del concreto depende mucho de la cantidad de agua empleada en su elaboración.

VI. CONCLUSIONES

1. Se ha observado una disminución en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico 210 Kg/cm² al emplear en su elaboración agua residual de la PTAR de la ciudad de Tumbes tratada con la dosis de 138.89 mg de O₃/Lt. Este descenso se evidenció al compararlo con el valor de resistencia obtenido por el concreto patrón elaborado con agua potable. La disminución fue estadísticamente significativa ($p \approx 0$ y 95% de confianza), siendo los valores de disminución de 18.6 Kg/cm², 8.68 Kg/cm² y 17.93 Kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado del concreto.

2. En general los parámetros descriptores de la calidad del agua han mejorado sensiblemente tras la aplicación de ozono como agente desinfectante. Efectivamente, el pH se estabilizó en 7.00 unidades de pH; los coliformes fecales termorresistentes se redujeron en un 99.97 %; la demanda bioquímica de oxígeno se redujo en un 69.49 %; el oxígeno disuelto se redujo en un 74.10 %, mientras que la demanda química de oxígeno cayó en un 55.14 %.

Asimismo, los sólidos suspendidos se redujeron en un 75.43 % mientras que los aceites y grasas lo hicieron en un 97.14 %; la temperatura del agua se redujo en un 22 %, mientras que la conductividad registró un descenso de un 4.35 %.

3. El agregado fino empleado en la elaboración del concreto mostró un módulo de fineza de 2.79, lo cual lo hace adecuado para su empleo en la elaboración de concreto, específicamente en cuanto a trabajabilidad. El agregado grueso mostró un tamaño máximo de 1" y un tamaño máximo nominal de 3/4". El agregado fino mostró un porcentaje de absorción de humedad del 3.51 % y un porcentaje de humedad del 2.03 %. Para el agregado grueso, los porcentajes fueron del 2.03 % y 0.37% respectivamente. El peso unitario suelto y compactado fueron para el agregado fino 1569.09 Kg/m³ y 1608.78 Kg/m³; para el grueso estos valores fueron 1478.10 Kg/m³ y 1622.90 Kg/m³ respectivamente. El peso específico para el agregado fino fue de 2.34 gr/cm³ y para el grueso 2.54 gr/cm³.

4. A los 7 días de curado del concreto, la resistencia a la compresión promedio de las tres repeticiones resultó en 172.10 Kg/cm² para las probetas elaboradas con agua

residual tratada con ozono en dosis de 138.89 mgO₃/Lt. Para las probetas elaboradas con agua potable este valor promedio arrojó 190.70 Kg/cm². Para el ensayo a los 14 días, los valores promedios correspondientes fueron 221.56 Kg/cm² y 230.24 Kg/cm² para las probetas elaboradas con agua residual tratada y potable respectivamente; mientras que a los 28 días, los valores promedio fueron 231.27 Kg/cm² y 249.20 Kg/cm² para el agua residual tratada y la potable respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los investigadores la extensión y mejora de la investigación, específicamente en la prueba de resistencia a la compresión a los 90 días a fin de determinar si la diferencia en la resistencia a la compresión entre el concreto elaborado con agua residual tratada y agua potable torna en no significativa.
2. Se recomienda a los constructores considerar el empleo de agua residual ozonizada como recurso hídrico para elaborar concreto en aplicaciones no críticas a fin de generar confianza en su uso.
3. Se recomienda a los investigadores incidir en el desarrollo de tecnologías relacionadas con la mejora en las condiciones del agua residual mediante la ozonificación.
4. Se recomienda a los investigadores ensayar diferentes dosis en la ozonización a fin de mejorar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual tratada.
5. Se recomienda a los directivos de la empresa Agua Tumbes mejorar la infraestructura de la PTAR de la ciudad de Tumbes, que a la fecha es solo un estanque, a fin de reducir la contaminación de los acuíferos subterráneos y vecindad de dicha planta.

REFERENCIAS

- Agua Tumbes. (2022?). *Inventario de las plantas de tratamiento de agua residual en la región Tumbes.*
- Ahmad, O., & Ayyad, S. (2021). Secondary treated wastewater as a concrete component and its impact on the basic strength properties of the material. *Archives of Civil Engineering, LXVII(1).*
- Ahmed, S., Yazan, A., Elmesalami, N., Yehia, S., & Abed, F. (2021). Effect of recycled aggregates and treated wastewater on concrete subjected to different exposure conditions. *Construction and Building Materials, 266, Part A(10).*
doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120930>
- ALAB. (2022). *Informe de ensayo N° IE-22-175531 y N° IE-22-16480.*
- Arispe, C. (2021). *Ensayos sobre ética en investigación [Versión PDF].* (A. Claudia, Ed.) Fondo Editorial de la Universidad Privada Norbert Wiener.
doi:<https://doi.org/10.37768/unw.epg.0001>
- Banco Mundial. (10 de marzo de 2015). *Brasil, Colombia y Perú, entre los que más agua tienen en el mundo.*
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2015/03/10/brasil-colombia-peru-paises-mas-agua-tienen-en-el-mundo>
- Banco Mundial. (19 de marzo de 2020). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial.*
<https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>
- Bautista, F. (06 de setiembre de 2022). *El agua vale más que el oro.* Listín Diario:
<https://listindiario.com/puntos-de-vista/2022/09/07/737608/el-agua-vale-mas-que-el-oro>

- BBC News. (05 de setiembre de 2022). *Qué es el fenómeno del "triple episodio" de La Niña sobre el que advierte la ONU*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-62802493>
- Becosan. (24 de setiembre de 2021). *Eflorescencias en el hormigón y otros materiales*. <https://www.becosan.com/es/eflorescencias-en-el-hormigon/>
- Blog de la construcción. (27 de setiembre de 2018). *Agregados para la elaboración del concreto*. <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>
- Cárdenas, F. (2018). *Sustitución del recurso agua potable en la fabricación del concreto por agua residual tratada en Lima Norte*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2440>
- CEMEX. (2021). *Agregados*. Productos: <https://www.cemex.com/es/productos-servicios/productos/agregados#:~:text=Los%20agregados%2C%20compuestos%20de%20materiales,convertirse%20en%20fragmentos%20m%C3%A1s%20peque%C3%B1os>.
- CEMEX. (2022). *Productos: Cemento*. <https://www.cemex.com/es/productos-servicios/productos/cemento>
- Chen, X., Wu, J., Ning, Y., & Ahan, W. (2022). Experimental study on the effect of wastewater and waste slurry of mixing plant on mechanical properties and microstructure of concrete. *Journal of building engineering*, 52. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710222003205>
- Cherres, A. (2020). *Determinación de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable procedente de fuente superficial - Tumbes – 2019*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/2050/TESES%20-%20CHERRES%20SEMINARIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Se%2>

Odemonstr%C3%B3%20que%20en%20niveles,de%20acides%20moderado%20a%20fuerte.

Chryso. (28 de setiembre de 2021). *Agregados del hormigón*.

<https://www.chryso.es/news/879/agregados-en-el-hormig-n-chryso-aditivos#:~:text=Agregados%20gruesos,combinaci%C3%B3n%20de%20grava%20y%20roca>.

Ecomar. (09 de julio de 2020). *Aguas residuales y sus elementos*. ¿Qué son las

aguas residuales?: <https://fundacionecomar.org/que-son-las-aguas-residuales/#:~:text=Las%20aguas%20residuales%20son%20aguas,en%20desechos%20urbanos%20o%20industriales>.

Etecé. (15 de julio de 2021). *Tratamiento de aguas residuales*. Concepto.de:

<https://concepto.de/tratamiento-de-aguas-residuales/>

Ferrel, H., & Moreano, E. (2019). *Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca-Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Los Andes]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/236/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20provenientes%20de%20las%20canteras%20en%20el%20sector%20de%20Pachachaca.pdf>

Google Earth. (2020). *Vista aérea de la ciudad de Tumbes*.

<https://earth.google.com/web/@-3.55168169,-80.42907766,19.54484189a,1452.71732145d,35y,-0h,0t,0r>

Gourinchas, P. (26 de julio de 2022). *El crecimiento mundial se desacelera en medio de un panorama sombrío y más incierto*. Fondo Monetario Internacional:

<https://www.imf.org/es/News/Articles/2022/07/26/blog-weo-update-july-2022#:~:text=Se%20prev%C3%A9%20que%20la%20inflaci%C3%B3n,permanezca%20elevada%20por%20m%C3%A1s%20tiempo>.

- Guillén, A. (2018). *Metodología de la investigación*. Universidad de San Martín de Porres: <https://www.usmp.edu.pe/iced/instituto/organizacion/contenido-web/mi1-metodologia-de-la-evaluacion.pdf>
- Hernández, E. (diciembre de 2021). Efecto del agregado grueso triturado en las propiedades del concreto. *Nexo*, 34(05), 56-63.
doi:<https://doi.org/10.5377/nexo.v34i05.13109>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación [Versión PDF]*. Mc Graw Hill. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Huerta, R., & Roldán, S. (2021). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ aplicando relave minero, Huaraz 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86022?show=full>
- IAGUA. (19 de 11 de 2018). *Reutilización de agua residual con ozono*.
<https://www.iagua.es/noticias/interozono/reutilizacion-agua-residual-ozono>
- IDEAM. (s. f.). *Generalidades del ozono*. Minambiente :
<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-del-ozono>
- La República. (20 de julio de 2020). *Tumbes: buscan solución al desabastecimiento de agua y problemas de alcantarillado*.
<https://larepublica.pe/sociedad/2020/07/20/tumbes-buscan-solucion-al-desabastecimiento-de-agua-y-problemas-de-alcantarillado-lrnd/>
- Lagua. (s. f.). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes*. <https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>
- LEMATSA. (2022 a). *Informe de rotura de testigos de concreto*. Informe de laboratorio de mecánica de suelos, Tumbes.
- LEMATSA. (2022 b). *Informe para el diseño de mezcla para $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$* . Informe de laboratorio de mecánica de suelos, Tumbes.

- Milne, S. (24 de agosto de 2021). *Cómo la escasez de agua está provocando cada vez más guerras en el mundo*. BBC News: <https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-58259908>
- Ñiquén, C. (2020). *Diseño del concreto estructural f'c 210 kg /cm² ante el uso de aguas tratadas mediante procesos biológicos en Lima Metropolitana, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55928>
- Parlikar, A., Naik, C., & Nayak, C. (agosto de 2021). An experimental study on effect of pharmaceutical industrial waste water on compressive strength of concrete. *IJRSET*, 10(8). doi:DOI:10.15680/IJRSET.2021.1008038
- Rodríguez, Á. (s. f.). *Tablas de diseño de mezclas - Método ACI*. Civil engineering tutoriales.
- Sáenz, E. (2021). *Análisis de las propiedades del concreto de mediana a baja resistencia elaborado con agua residual tratada*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/22081>
- Santamaría, C. (2021). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm² en el distrito de Lambayeque*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4483>
- Sweden y Martina. (2022). *Ozonoterapia*. https://www.sweden-martina.com/es_es/product/implantolog%C3%ADa_y_cirug%C3%ADa-13444/equipos_y_instrumentos_especiales-1011/ozone_dta-20643.html
- Taípe, L. (2021). *El desarrollo moral de los estudiantes de segundo año de secundaria del colegio Emilio Soyer Cabero, Chorrillos 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientae]. Repositorio Institucional.

https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1599/Taipe_Lou_rdes_tesis_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tratamiento de aguas residuales. (2022). *Etapas del proceso de tratamiento*.

<https://tratamientodeaguasresiduales.net/etapas-del-tratamiento-de-aguas-residuales/>

Verde, S., & Aranibar, A. (2021). *Propuesta del uso de agua residual de las plantas de tratamiento de Carapongo, San Antonio de Carapongo y Santa Clara para elaboración de concreto premezclado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y disminución del uso de agua potable en Lima Metropolitana*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658495>

Vignolo, L. (24 de junio de 2021). *Se agudiza el problema de la falta de agua en la región Tumbes*. Diario Correo: <https://diariocorreo.pe/edicion/tumbes/tumbes-se-agudiza-el-problema-de-la-falta-de-agua-noticia/#:~:text=Actualizado%20el%2024%2F06%2F2021,y%20distribuci%C3%B3n%20del%20l%C3%ADquido%20vital>.

Woyciechowski, P., Lukowski, Elzbieta, S., Adamczewski, G., Chilmon, K., & Spodzieja, S. S. (octubre de 2021). Concrete corrosion in a eastewater treatment plant - A comprehensive case study. *Construcción and Building Materials*, 303(11). doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124388>

Yirda, A. (01 de febrero de 2021). *Concreto*. ConceptoDefinición:

<https://conceptodefinicion.de/concreto/>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título	Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
Efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2022	¿Cuál es el efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² , en la ciudad de Tumbes, año 2022?	General Determinar el efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² , en la ciudad de Tumbes, año 2022	El efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² es no significativo, en la ciudad de Tumbes, año 2022	Independiente Agua residual tratada con ozono	Tipo: Aplicada
		Específicos		Dependiente	Enfoque: Cuantitativo
	Problema específico 1 ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas del agua residual y la tratada con ozono?	Objetivo específico 1 Evaluar las propiedades físicas y químicas del agua residual y la tratada con ozono	Los objetivos específicos 1, 2 y 3 son estrictamente descriptivos, no planteándose por tanto hipótesis (Hernández, 2018)	Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	Método de investigación: hipotético deductivo
	Problema específico 2 ¿Cómo son la granulometría y las propiedades físicas de los agregados para la elaboración del concreto para los ensayos?	Objetivo específico 2 Establecer la granulometría y propiedades físicas de los agregados para la elaboración del concreto para los ensayos			Diseño: Experimental
Problema específico 3 ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² elaborado con agua residual tratada con ozono y con agua potable?	Objetivo específico 3 Determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² elaborado con agua residual tratada con ozono y con agua potable	Técnica de recolección de datos: Observación			
				Instrumento: Ficha de observación	
				Temporalidad: Transversal	
				Población: 01 planta de tratamiento de agua residual en la ciudad de Tumbes	
				Muestreo: No aplica	
				Muestra: 01 planta de tratamiento de agua residual en la ciudad de Tumbes	

Anexo 2. Matriz de operacionalización de las variables

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Agua residual tratada con ozono	Dícese del agua residual mejorada en sus propiedades de pureza empleando ozono como agente desinfectante	La variable se operacionalizará mediante una ficha de observación	Análisis fisicoquímicos	pH	Razón
				Sulfatos	Razón
				Cloruros	Razón
				Demanda Bioquímica de Oxígeno	Razón
				Demanda Química de Oxígeno	Razón
				Oxígeno disuelto	Razón
				Alcalinidad	Razón
				Aceites/grasas	Razón
				Temperatura	Razón
			Conductividad		
			Análisis bacteriológico	Sólidos	Razón
				Coliformes termorresistentes	Razón
Ozono	Dosis	Razón			

Fuente: Santamaría (2021, p. 43) y datos enviados por el laboratorio ALAB (2022)

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm²	Se define como el cociente entre la fuerza aplicada a un espécimen estandarizado de concreto de área conocida	La variable se operacionalizará mediante una ficha de observación	Resistencia	Razón entre la fuerza compresiva y el área de aplicación que logra la rotura de la probeta de concreto	Razón

Anexo 3: Disposición y ubicación del área de estudio



Nota. Composición propia en base a Google Earth (2020).

Anexo 4. Acceso a la PTAR de la ciudad de Tumbes



Nota. Composición propia en base a Google Earth (2020).

Anexo 5. Pruebas de significación estadística

Prueba de significación a los 7 días

	<u>Agua potable</u>	<u>Agua tratada</u>
Media	190.70	172.10
Varianza	6.48	40.13
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	23.30	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	4.72	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

H_0 : El promedio de la resistencia a la compresión a los 7 días obtenido con agua potable es igual al logrado con el agua residual tratada y cualquier diferencia se debe al azar.

H_1 : El promedio de la resistencia a la compresión a los 7 días obtenido con agua potable es mayor al logrado con el agua residual tratada.

El valor crítico $t_c = 2.13 < 4.72$ que es el estadístico t, lo cual cae en la región de rechazo de H_0 , debiéndose por tanto aceptar H_1 .

Prueba de significación a los 14 días

	<u>Agua potable</u>	<u>Agua tratada</u>
Media	230.24	221.56
Varianza	1.21	1.69
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	1.45	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	8.82	
P(T<=t) una cola	0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

H_0 : El promedio de la resistencia a la compresión a los 14 días obtenido con agua potable es igual al logrado con el agua residual tratada y cualquier diferencia se debe al azar

H_1 : El promedio de la resistencia a la compresión a los 14 días obtenido con agua potable es mayor al logrado con el agua residual tratada.

El valor crítico $t_c = 2.13 < 8.82$ que es el estadístico t, lo cual cae en la región de rechazo de H_0 , debiéndose por tanto aceptar H_1

Prueba de significación a los 28 días

	<u>Agua potable</u>	<u>Agua Tratada</u>
Media	249.20	231.27
Varianza	88.36	37.03
Observaciones	3.00	3.00
Varianza agrupada	62.69	
Diferencia hipotética de las medias	0.00	
Grados de libertad	4.00	
Estadístico t	2.77	
P(T<=t) una cola	0.03	
Valor crítico de t (una cola)	2.13	

Regla hipotética de decisión

H_0 : El promedio de la resistencia a la compresión a los 28 días obtenido con agua potable es igual al logrado con el agua residual tratada y cualquier diferencia se debe al azar

H_1 : El promedio de la resistencia a la compresión a los 28 días obtenido con agua potable es mayor al logrado con el agua residual tratada.

El valor crítico $t_c = 2.13 < 2.77$ que es el estadístico t, lo cual cae en la región de rechazo de H_0 , debiéndose por tanto aceptar H_1

Comportamiento del estadístico t

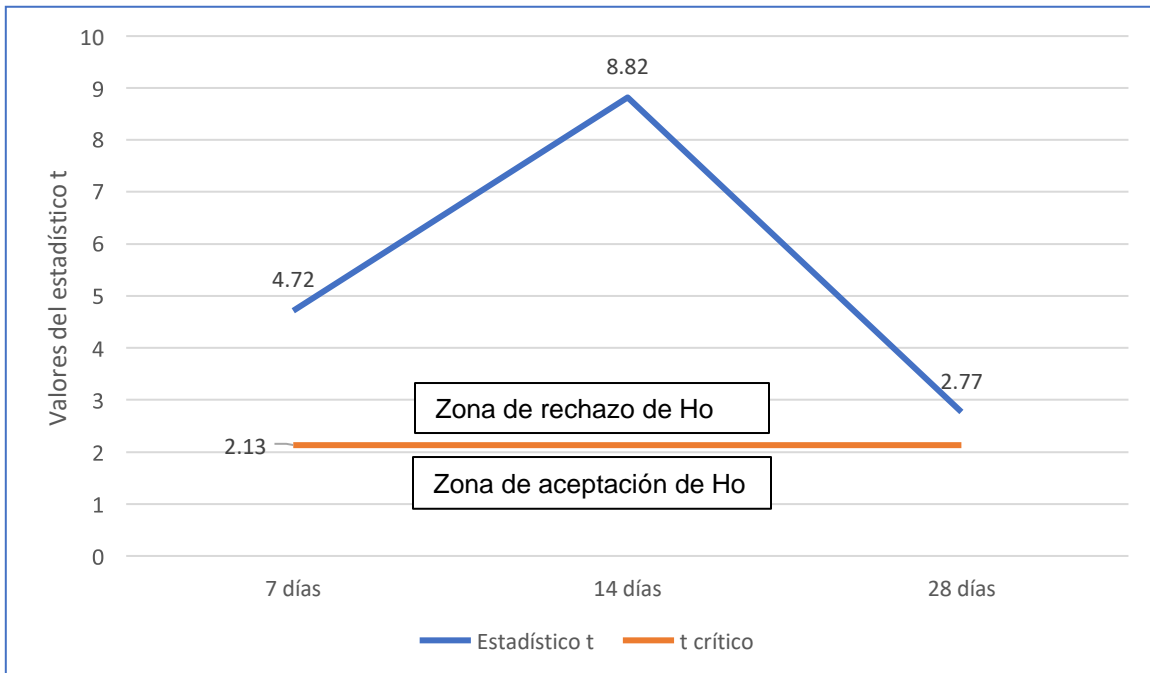
En la Figura 12 se muestra el comportamiento del estadístico t. Se observa que a los 28 días la diferencia se ha acortado, siendo:

$$2.77 - 2.13 = 0.64$$

Es probable que con más días de secado esta diferencia sea aún menor o probablemente nula, quedando esta hipótesis emergente disponible para futuras investigaciones en la temática propuesta.

Figura 12

Evolución de los valores del estadístico t comparado con el t crítico



Anexo 6. Diseño de la mezcla para la elaboración del concreto

Para realizar el diseño de la mezcla de concreto, se han realizado los siguientes pasos:

1. Datos de los componentes del concreto

Tabla 10

Datos para el diseño de la mezcla

G E N E R A L E S				
Item	Valor	Unidad	Norma	
Resistencia de diseño	210	Kg/cm ²	N.T.P-E-060	
Cemento	Portland Tipo IV	--	N.T.P 334.009	
Peso específico del cemento	3.15	gr/cm ²		
Asentamiento	3 - 4	Pulgadas	N.T.C 396	
Peso específico del agua	1.0	gr/cm ³	N.T.P 400.021	
A G R E G A D O S				
Ensayo	Fino	Grueso	Unidad	Norma
Peso unitario suelto	1569	1478	Kg/m ³	ASTM C 29
Peso unitario compactado	1609	1623	Kg/m ³	ASTM C 29
Peso específico	2.34	2.54	gr/cm ³	ASTM C 128 ASTM C 127
Módulo de fineza	2.79	7.05	--	ASTM C 125
Tamaño máximo nominal	--	¾	Pulgada	N.T.P 400
Porcentaje de humedad	1.02	0.37	%	N.T.P339.127 ASTM D2216
Porcentaje de absorción	3.51	0.81	%	ASTM C 128 ASTM C 127

Nota. Elaborada con datos del laboratorio de mecánica.

2. Cálculo del margen de seguridad para F'cr

Se considera un margen de seguridad del 40%, luego, el valor de diseño será:

$$F'_{cr} = 210 (1 + 0.4) = 294 \text{ Kg/cm}^2$$

3. Contenido de aire atrapado

De la Tabla 13, se obtiene, para un tamaño máximo nominal (TMN) de $\frac{3}{4}$ ", un porcentaje de aire atrapado del 2%.

4. Contenido de agua

De la Tabla 12 se obtiene, para un TMN de $\frac{3}{4}$ " y un asentamiento de 3 – 4 pulgadas, un contenido de agua de 205 Lt.

5. Cálculo de la relación agua cemento

Mediante la Tabla 14 se obtiene, para una resistencia de 294 Kg/cm² \approx 300 Kg/cm², una relación:

$$a/c = 0.55$$

6. Contenido o factor cemento

Si $a/c = 0.55$ y el contenido de agua es de 205 Lt, luego el factor cemento es:

$$C = 205/0.55 = 372.73 \text{ Kg}$$

7. Peso del agregado grueso

De acuerdo a la Tabla 15, para un módulo de fineza del 2.79 \approx 2.8 y un TMN de agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " se tiene:

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.62 \times 1623 \text{ Kg/m}^3 = 1006.26 \text{ Kg}$$

8. Se tienen los siguientes volúmenes absolutos:

$$\text{Cemento} = 372.73 \text{ Kg} / 3150 \text{ Kg/m}^3 = 0.118 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 205 \text{ Lt} / 1000 \text{ Lt/m}^3 = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } 2\% = 0.02 \times 1 \text{ m}^3 = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 1006.26 \text{ Kg} / 2540 \text{ Kg/m}^3 = 0.3962 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Arena gruesa} &= 1 \text{ m}^3 - \sum (\text{Volumen de cemento, agua, agregado grueso}) = \\ &= 0.261 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

9. Peso de la arena gruesa

$$\text{Peso arena gruesa} = 0.261 \text{ m}^3 \times 2340 \text{ Kg/m}^3 = 611 \text{ Kg}$$

10. Peso de los componentes secos del concreto

$$\text{Cemento} = 372.72 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena gruesa} = 611 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1006.26 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ Lt} = 205.00 \text{ Kg}$$

11. Corrección de agua (humedad y absorción)

$$\text{Peso de agregado fino húmedo} = 611 \text{ Kg} \times (0.0102 + 1) = 617.23 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo} = 1006.26 \text{ Kg} \times (0.0037 + 1) = 1009.98 \text{ Kg}$$

El aporte agua de los agregados:

Agregado fino:

$$(1.02 - 3.51) \times 617.23/100 = - 15.37 \text{ Lt}$$

Agregado grueso:

$$(0.37 - 0.81) \times 1009.98/100 = - 4.44 \text{ Lt}$$

Debido a que el porcentaje de absorción es mayor que el aporte de humedad de los agregados, es necesario agregar agua a fin de compensar el faltante; luego:

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ Lt} - (- 15.37 \text{ Lt} - 4.44 \text{ Lt}) = 224.81 \text{ Lt}$$

12. Diseño del concreto en obra

Tabla 11

Diseño del concreto en obra

Proporción	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Peso	372.72	617.23	1009.98	224.81
Volumen	1.00	1.66	2.71	20 Lt/bolsa

Tablas para el diseño de mezcla de concreto

Tabla 12

Volumen unitario de agua

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<i>Concreto sin aire incorporado</i>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
<i>Concreto con aire incorporado</i>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

Nota. Confeccionada por el comité 211 del ACI como se citó en Rodríguez (s. f.).

Tabla 13*Tamaño máximo nominal y aire atrapado*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Nota. Confeccionada por el comité 211 del ACI como se citó en Rodríguez (s. f.).

Tabla 14*Relación agua cemento y resistencia del concreto*

f _c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Nota. Confeccionada por el comité 211 del ACI como se citó en Rodríguez (s. f.).

Tabla 15


Peso del agregado grueso y volumen del concreto (módulo de fineza del agregado fino)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. Confeccionada por el comité 211 del ACI como se citó en Rodríguez (s. f.).

Anexo 7. Documentación de laboratorio

Proforma de servicios



I. : F-CO-1.1
R : 03
I. V. : 2020-Jul-30
Página 1 de 4

PROFORMA DE SERVICIOS

Id Proforma: P- 2022 - 0000007865 **Version:** 0000 **Fecha:** 16/09/2022 18:05

DATOS DEL CLIENTE:

Razón Social Solicitante: Aurea Janyin Justiniano Velásquez

Dirección: Av. Universitaria N° 215 - Tumbes - Tumbes - Tumbes

Contacto: Aurea Janyin Justiniano Velásquez

Razón Social para Facturación: Aurea Janyin Justiniano Velásquez

Unidad de Negocio: Medio Ambiente

RUC del Solicitante: 00041176021

Teléfono: 972 866 480

E-mail: janyinj_81@outlook.com

RUC para Facturación: 00041176021

DATOS PARA INFORME DE ENSAYO: **TIPO SERVICIO:** Monitoreo Ensayo

Razón Social:
Aurea Janyin Justiniano Velásquez

Dirección:
Av. Universitaria N° 215 - Tumbes - Tumbes - Tumbes

Proyecto:
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Procedencia:
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE - TUMBES

Solicitante:
Aurea Janyin Justiniano Velásquez

LCM: Límite de Cuantificación del Método LDM: Límite de Detección del Método
 A=Ausencia (-) P=Presencia (+) (C)=Medición en Campo N.A.=No Aplica

N°	Paquete	Parámetro (C)	Método	Acreditador Por	LDM	LCM	Unidad	Cantidad	Precio	Sub Total S/.
AGUA - Agua Residual - Agua Residual Industrial										
ANALISIS-FISICOQUIMICOS										
1		Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017	INACAL LE-096	0.30	0.50	mg/L	1	33.00	33.00
2		Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	INACAL LE-096	N.A.	0.01	µS/cm	1	10.00	10.00
3		Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	INACAL LE-096	0.40	2.00	mg/L	1	36.00	36.00
4		Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	INACAL LE-096	2.00	5.00	mg/L	1	25.00	25.00
5		Oxígeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. 2017	SIN ACREDITACION	0.04	0.10	mg DO/L	1	15.00	15.00
6		pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	SIN ACREDITACION	N.A.	0.01	Unidad de pH	1	5.00	5.00
7		Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	INACAL LE-096	2.00	5.00	mg/L	1	18.00	18.00
8		Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23rd Ed. 2017	SIN ACREDITACION	N.A.	0.10	(°C)	1	5.00	5.00
ANALISIS- MICROBIOLOGIA										
9		Coliformes Focales (Termotolerantes) (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F-2, 23rd Ed. 2017.	INACAL LE-096	N.A.	1.80	NMP/100mL	1	40.00	40.00
									Sub Total 1. S/:	187.00

GASTOS OPERATIVOS

N°	Descripción	Cantidad	Días	Valor	Sub Total S/.
1	Personal: No aplica.	0	1	0.00	0.00
2	Envío de muestras a Tumbes (01 cooler mediano) + Recajo de muestras en Lima, asumidas por ALAB (Un sólo envío, un solo recajo).	1	1	60.00	60.00

SEDE PRINCIPAL:
Prolongación Camilla Pz 82,
Luz, Beltrán, Callao
P(+51) 725 8625
Cel. 972 866 486

SEDE OPERATIVA:
Av. Sucre Chalaca 1877,
Beltrán, Callao
P(+51) 7289725 / 7338758
Cel. 92 858 388 / 932 666 458

SEDE AREQUIPA:
Pz 8 Lt. 9 1009 10008
P(+51) 816665
Cel. 97286662

SEDE PIURA:
Calle Los Baños Pz. 8 Lt. 37 Urb.
Manriqueza II Etapa - 8º, Distrito del
Milepo San Epifanio de Loyola,
P(+51) 541315
Cel. 982 470 181

Continuación



PROFORMA DE SERVICIOS

I. : F-CO-1.1
 R : 03
 I.V. : 2020-Jul-30
 Página 2 de 4

Id Proforma: P- 2022 - 000007865 Version: 0000 Fecha: 16/09/2022 18:05

GASTOS OPERATIVOS

Nº	Descripción	Cantidad	Días	Valor	Sub Total S/.
3	Envío de muestras a Lima - Plaza Norte, asumido por el CLIENTE.	1	1	0.00	0.00
				Sub Total 2. S/.	60.00

GASTOS ADMINISTRATIVOS

Nº	Descripción	Cantidad	Valor	Sub Total S/.	
4	Envío de Informe de ensayo + Factura, via correo electrónico (Sólo digital).	1	0.00	0.00	
				Sub Total 3. S/.	0.00

Sub Tota General S/.: **247.00**
IGV (18%) S/.: **44.46**
Total General S/.: **291.46**

OBSERVACIONES

1. Personal: No aplica.
2. Envío de muestras a Tumbes (01 cooler mediano) + Recajo de muestras en Lima, asumidas por ALAB (Un sólo envío, un solo recajo).
3. Envío de muestras a Lima - Plaza Norte, asumido por el CLIENTE.
4. Envío de Informe de ensayo + Factura, via correo electrónico (Sólo digital).

<p>SEDE PRINCIPAL: Prolegación Sarmiento No 05, Lta Bellavista, Callao P(+51) 713 8858 Cel.: 932 848 488</p>	<p>SEDE OPERATIVA: Es. Torre 02 Puñaca 1877, Bellavista, Callao P(+51) 7130791 / 7130790 Cel.: 94 8060 388 / 932 848 438</p>	<p>SEDE AREQUIPA: No. 2 Lt. 4 COOP 1202A P(+517) 810342 Cel.: 932 686842</p>	<p>SEDE PIURA: Calle Los Rioses No 0 Lt 27 Urb. Huerfanas II Traya - Bar. Casado del Obispo San Ignacio de Loyola. P(+517) 362235 Cel.: 932 473 123</p>
---	---	--	---



PROFORMA DE SERVICIOS

Id Proforma: P- 2022 - 0000007865 **Version:** 0000 **Fecha:** 16/09/2022 18:05

I. CONDICIONES DEL SERVICIO

1. ALAB E.I.R.L. no se responsabilizará por las siguientes situaciones fuera de su alcance, que involucre:
 - a). Días adicionales de medición
 - b). Postergación y/o cancelación
 - c). Ocurrencia de Imprevistos

Se informará al Cliente y se considerará en la facturación final los montos correspondientes por los gastos adicionales incurridos no contemplados en la presente proforma.
2. Para la Recepción e Ingreso de las muestras, el contratante deberá presentar:
 - a). Orden de Servicio, y
 - b). Cadena de Custodia, con el adecuado registro de los datos requeridos.

Caso contrario coordinar con su Ejecutivo de Ventas el soporte requerido y/o necesario.
3. Los resultados de los análisis serán reportados al cliente en un Informe de Resultados Preliminar para confirmación de Datos Administrativos, Vía Digital por e-mail a la persona solicitante y/o contacto autorizado.
4. El tiempo de respuesta ofrecido desde la recepción o ingreso de las muestras al laboratorio es: Matriz Aire, Ruido, Agua es de 07 días hábiles; para Aire (equipos automáticos), Emisiones, Salud Ocupacional, Suelos, Hidrobiología, Ergonomía y Riesgos Psicosociales de 10 días hábiles, salvo alguna excepción la cual será oportunamente comunicada.
5. Emitido el informe preliminar se brindará 48 horas para que el cliente revise la información general (carátula, otro equivalente) y/o haga llegar sus observaciones. Pasado este tiempo se dará por aprobado el informe preliminar y se procederá con la impresión del Informe de Ensayo, en el formato respectivo y con las firmas de los Signatarios correspondientes.
6. Se indicará con los signos >0< el resultado que esté fuera de los límites de los rangos establecidos por el Laboratorio.
7. En caso el cliente requiera un Informe de Monitoreo detallado, tendrá que ser solicitado con tiempo de anticipación y su costo dependerá del alcance del informe el cual tendrá que ser coordinado con su Ejecutivo de Ventas.
8. Cualquier solicitud posterior de cambio, se emitirá un nuevo informe completo haciendo referencia al que reemplaza, al respectivo costo (Consultar con el Área de Ventas a los correos siguientes: comercial_piura@alab.com.pe)
9. El cliente es responsable de ingresar tantas muestras como material solicitado y entregado: envases o frascos, cooler, ice pack, etc.
10. Para material faltante de entrega/devolución pasado los 15 días calendario y según estado de devolución, serán facturados los costos correspondientes. Consultar a Administración Ventas a atenciondelcliente@alab.com.pe. No se aceptarán devoluciones de materiales en mal estado o fuera de tiempo de preservación de: Filtros, Soluciones Captadoras.
11. La toma de Muestras Dirimentes se realizará según aplique y previa solicitud específica del contratante o entidad solicitante. El tiempo de custodia será de acuerdo a las características de la muestra, análisis y/o perecibilidad de la misma.
12. La postergación o cancelación de los servicios se deberán realizar con un mínimo de 2 días hábiles de anticipación, de lo contrario se cobrará el stand by de equipos y personal, la nueva programación dependerá de la disponibilidad de equipos y personal para esa nueva fecha.
13. ALAB guardará CONFIDENCIALIDAD sobre los registros y/o gestión de la información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio, solicitará aprobación con antelación para publicar información que pretenda poner al alcance del público, excepto la información que el cliente considere pública. En caso sea requerida información del cliente por ley, se notificará al cliente o a la persona interesada la información, salvo que esté prohibido por ley.
14. Respecto a la emisión del informe de ensayo: LOS DATOS PARA LA EMISION DEL INFORME DE ENSAYO deben ser brindados por el Cliente junto a la confirmación de aceptación de la Proforma, si no son brindados se considerará la emisión del reporte con la información de la cadena de custodia (o datos con que ingresaron las muestras), en caso el Cliente solicite corrección de estos, ALAB se tomará 02 días hábiles para la atención, en caso el informe ya haya sido impreso implicará un costo adicional, que debe ser coordinado con el área comercial.
15. ALAB elude toda responsabilidad ante el extravío o demora de una muestra por parte de las empresas logísticas, ajenas totalmente a nuestra empresa.
16. Concluido el servicio con la conformidad en la entrega del informe de ensayo, comunicamos y solicitamos su autorización para que el nombre de su representada conforme nuestra cartera de clientes, la cual será usada en nuestra página web como publicidad en procesos de licitación, propaganda, marketing, etc., si no estuviera de acuerdo en formar parte de la publicidad de nuestra cartera de clientes, con solo enviarnos un correo haciendo saber su decisión la cual respetaremos completamente y mantendremos cualquier otra información con carácter confidencial y estrictamente de su propiedad.
17. La regla de decisión seleccionada para la declaración de conformidad ante la solicitud del cliente será acordada y comunicada en el momento de aprobación de la proforma a menos que la especificación se encuentre en el documento normativo legal ambiental vigente solicitado por el cliente.
18. Ante la solicitud recibida del cliente, respecto a la conformidad de nuestro sistema de gestión ALAB EIRL conservará registros iniciándose e informando a nuestros clientes, el sistema y proceso documentado de tratamiento de quejas para absolver sus inconformidades.

II. CONDICIONES DEL PAGO

1. Los precios unitarios no incluyen IGV. Todo pago en Dólares Americanos, se realizará con el tipo de cambio de acuerdo a lo establecido por la SUNAT, el día de emitida la factura.
2. Los precios corresponden al acuerdo previamente especificado, que puede incluir Muestreo o toma de muestra, Mediciones en campo, Transporte del personal, alimentación, alojamiento, seguridad de equipos en campo, Transporte de muestras, Análisis en el Laboratorio, entre otros Gastos Operativos. Ver ítem I Condiciones del Servicio

3. Forma de Pago

Al Contado	

El pago podrá realizarlo a través de:

- a). Cheque a nombre de: **ANALYTICAL LABORATORY E. I. R. L. N° RUC: 20600651901**
- b). Transferencia o Depósito a nuestras cuentas bancarias, adicionalmente se enviar el voucher de pago escaneado, indicando la Orden de Compra correspondiente, por e-mail a administracion@alab.com.pe

SEDE PRINCIPAL: Prolegación Taravilla No 01, 147, Bellavista, Callao P: (051) 715 8018 Cel.: 812 808 668	SEDE OPERATIVA: Av. Guzmán Chuluc 1877, Bellavista, Callao P: (051) 7120974 / 7120750 Cel.: 81 8508 788 / 812 808 658	SEDE AREQUIPA: Pl. F. L. 8 0009 520008 P: (0871) 616043 Cel.: 892686632	SEDE PIURA: Calle Los Rioses No. 0 17 17 Urb. Parafarmas II Etapa - Ref. Costado del Jardín San Ignacio de Loyola P: (073) 523333 Cel.: 819 419 131
---	--	---	---



PROFORMA DE SERVICIOS

Id Proforma: P- 2022 - 0000007865 **Version:** 0000 **Fecha:** 16/09/2022 18.05

III. CUENTAS BANCARIAS

Banco	Moneda	Cuenta Corriente	Código de Cuenta Interbancaria
Banco de Crédito del Perú	Soles	192-2350174-0-30	00219200235017403034
Banco de Crédito del Perú	Dólares	192-2354413-1-58	00219200235441315836
Banco BBVA Continental	Soles	0011-0467-0100005093	011-467-000100005093-88
Banco BBVA Continental	Dólares	0011-0467-0200182278-8	011-467-000200182278-88

*Cuenta Corriente de Deduciones (12%)

Banco de la Nación Soles 00-001-136380

*Sistema de Pago de Obligaciones Tributarias D.L. N° 940 (12%). Aplicable por ingresos mayores a S/. 700.00

IV. ACEPTACIÓN DE LA PROFORMA

1. Aceptada la Proforma, le solicitamos su confirmación mediante Comunicación afirmativa vía e-mail, para inicio de coordinaciones del servicio, a: ventas@alab.com.pe; asistente.ventas@alab.com.pe; comercial.piura@alab.com.pe
2. Proforma Válida por 30 días Calendarios desde su emisión, excepto relación contractual.

Atentamente,

Boulangger Neira, Arlin
Ejecutiva Comercial
ANALYTICAL LABORATORY E. I. R. L.
Av. Guardia Chalaca 1877
Bellavista. Callao. Lima.
Tf.: 955674470 / Cel.: 919 475 133
e-mail : comercial.piura@alab.com.pe
web : www.alab.com.pe

SEDE PRINCIPAL:
Provingston Caravello Pl. 02,
187, Bellavista, Callao
P(+511) 733 8634
Cel. : 932 646 466

SEDE OPERATIVA:
Dr. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao
P(+511) 7139791 / 7139796
Cel. : 94 8308 188 / 932 646 418

SEDE AREQUIPA:
R. E. S. S. COOP SUDOR
P(+515) 416665
Cel. : 932 626642

SEDE PIURA:
Calle Los Pinos N° 6 1° 1° 04,
Barridos II Trazo - Bar. Custodio del
Colegio San Ignacio de Loyola.
P(+517) 542337
Cel. : 919 475 133

Cadena de custodia de las muestras de agua residual

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										I: F-GPE-1.4.2 R: 01 V: 2020Feb-13									
Datos del cliente Razón Social: <u>Aurea Janyra Justiniano Velásquez</u> Persona de contacto: <u>Aurea Janyra Justiniano Velásquez</u> Correo / Teléfono: <u>janyra39-81@outlook.com</u> Nombre del proyecto: <u>Efecto de la Agua Residual tratada con Ozono en la Resistencia a la Compresión del Concreto 210kg/cm², Tumbes 2022"</u>												Orden de servicio: <u>05-2022-4699-Veri</u> Pag. <u>1</u> de <u>1</u> Plan de Monitoreo: Informe de ensayo: <u>22-26480</u> CC: <u>35344</u> Procedencia o lugar de muestreo: <u>Nuevo Tumbes</u>									
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA PRESERVANTES H ₂ SO ₄ H ₂ SO ₄ Tio10d																					
Nº	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo		Clasificación		Ubicación		Nº Frascos		PARAMETROS DE ENSAYO					PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES	
			Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P	Acety Glicerol	DBO	DQO	CTT	SST	Tº Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (µS/cm)	Salinidad (ppt)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)		
1	AR-01	N-22 50106	F: 21/09/22 H: 11:17	A	Doméstica	N: 9607552 E: 563557			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PTAR JOSE LISHNER TUDELA
2			F: H:			N: E:															
3			F: H:			N: E:															
4			F: H:			N: E:															
5			F: H:			N: E:															
6			F: H:			N: E:															
7			F: H:			N: E:															
8			F: H:			N: E:															

Descripción de equipos utilizados:		Legenda				Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042			
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo		F: Fecha	N: Norte	V: Vidrio	Tº Mtra: Temperatura de Muestra	CE: Conductividad Eléctrica	
1		GPS Garmin		H: Hora	E: Este	P: Plástico	Tº Amb: Temperatura ambiente	OD: Oxígeno Disuelto	
2				Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:	
3				Nombre: <u>Aurea Justiniano Velásquez</u> / <u>Aurea Justiniano Velásquez</u>		Fecha: <u>21/09/2022</u> / <u>21/09/2022</u>		Firma: <u>[Firma]</u> / <u>[Firma]</u>	
4				Firma: <u>[Firma]</u> / <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u> / <u>[Firma]</u>		Firma: <u>[Firma]</u> / <u>[Firma]</u>	
Observaciones / Comentarios									

Prologación Zarumilla Mz D2 L13, Asociación Desechos Acidos Cerrón, Bellavista, Callejón, Lima
 Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 20909057061 - T: (01)4531389 - (01)130696 Cel: 940999548-932546458

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.

Continuación

ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: F-02-1.1.2 E: 2022-06-13 IV: 1													
Datos del cliente: Razón Social: Aurea Janyu Justiniano Velosquez Persona de contacto: Aurea Janyu Justiniano Velosquez Correo / Teléfono: janyujig-01@outlook.com / 972866480 Nombre del proyecto: Efecto del Agua Residual Tratada con Ozono										Orden de servicio: 05-2022-4938-Ver0 Pág. 1 de 1 Plan de Monitoreo: CC: 36412 Informe de ensayo: 22-17531 Procedencia o lugar de muestreo: Tumbes / Nuevo Tumbes															
DEFINICIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS ELIGIDOS										PARAMETROS IN SITU				OBSERVACIONES							
Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Fecha y Hora de Muestreo	Clasificación	Ubicación	N° Frascos	Acidez / Alcalinidad	DQO	DBO	CTT	SST	Alcalinidad	cloruros	Sulfatos	PH	Oxígeno Disuelto	Temperatura	Conductividad		T° Mtra (°C)	pH Corregido (pH)	CE (µmho/cm)	OD (mg/l)	Oloro (Libra mg/l)	Cloro Total (mg/l)	
1	AT-01	03/10/22 07:05	4-R	N 9604455 E 561044	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								Agua Residual Tratada con Ozono A.R de Prodr José LIS HUNZ TUBES
2	AR-01	02/10/22 09:10	4-R	Doméstico	1						✓	✓	✓												
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									

Descripción de equipos utilizados		Legenda				Clasificación de la Matriz Agua. Ref: NTP 214.042	
Item	Código interno del equipo	Nombre del equipo	F. Fecha H. Hora	N. Norte E. Este	V. Vicio P. Plástico	T° Mtra: Temperatura de Muestra T° Amb: Temperatura ambiente	CE: Conductividad Eléctrica OD: Oxígeno Disuelto
1							
2							
3							
4							

Muestreado por:		Clase		Recepción de muestra	
Nombre	Aurea Janyu Justiniano V.	Aurea Justiniano Velosquez		03/10/22	18:00
Fecha	03/10/22	03/10/22			
Firma	<i>Aurea Janyu Justiniano V.</i>	<i>Aurea Justiniano Velosquez</i>			

Muestreado por:	
<input type="checkbox"/> ALAB	<input checked="" type="checkbox"/> Cliente

Photosiguel Zorros de Mz D3 L3. Asociador: Daniel Almon Caceres. Subdirect: Cobas Loma
 Web site: www.alab.com.pe E-mail: gpo@alab.com.pe RUC: 208269591 - T: 07451388 - 011433436. Cel: 98299588 - 9294646



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16480

N° Id.: 0000080157

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : Aurea Janyn Justiniano Velásquez
2.-DIRECCIÓN : AV. UNIVERSITARIA N° 215 - TUMBES - TUMBES - TUMBES.
3.-PROYECTO : "EFECTO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA CON OZONO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO 210KG/CM2, TUMBES 2022".
4.-PROCEDENCIA : NUEVO TUMBES
5.-SOLICITANTE : AUREA JANYN JUSTINIANO VELÁSQUEZ
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000004699-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-10-04

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 1
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-09-22
3.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-09-22 al 2022-10-04

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.Alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt. 9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

Pág. 1 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16480

N° Id.: 000060157

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Conductividad (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrana Electrode Method
pH (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Temperatura (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23nd Ed. 2017	Salinity; Electrical Conductivity Method.
Aceites y Grasas (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017.	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Sólidos Suspendedos Totales (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Demanda Química de Oxígeno (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017.	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.Alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR

P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

Pág 2 de 3



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-16480

Nº Id.: 0000060157

IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-22-50106
CÓDIGO DEL CLIENTE:				AR-01
COORDENADAS:				E:0563557
UTM WGS 84:				N:9607552
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				21-09-2022 11:17
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA,	1,8	160 000 000,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA,	0,01	1 518,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	183,2
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	0,04	0,10	4,98
pH (**)	Unidad de pH	NA,	0,01	7,50
Temperatura (**)	(°C)	NA,	0,1	25,0
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,30	0,50	19,20
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	69,2
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	394,6

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.Alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.Alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ébanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.Alab.com.pe

Pág 3 de 3

Continuación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17531

N° Id.: 0000061208

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : AUREA JANYN JUSTINIANO VELÁSQUEZ
2.-DIRECCIÓN : AV. UNIVERSITARIA N° 215 - TUMBES - TUMBES - TUMBES.
3.-PROYECTO : "EFECTO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA CON OZONO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO 210KG/CM2, TUMBES 2022".
4.-PROCEDENCIA : TUMBES / NUEVO TUMBES
5.-SOLICITANTE : AUREA JANYN JUSTINIANO VELÁSQUEZ
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 0000004938-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREADO POR : EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-10-13

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 2
2.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-10-03
3.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-10-03 al 2022-10-13

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalcas 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz
D2, Lt3 , Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:

Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA:

Calle Los Ebanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Pág 1 de 3

Continuación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17531

N° Id.: 0000061208

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F.2, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Simultaneous Determination of Termotolerant Coliforms and E.coli.
Conductividad (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Oxígeno Disuelto (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrana Electrode Method
pH (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Temperatura (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23rd Ed. 2017	Salinity, Electrical Conductivity Method.
Aceites y Grasas (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017.	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Alcalinidad Total (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017	Alkalinity. Titration Method
Cloruro (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl-B, 23 rd Ed. 2017	Chloride. Argentometric Method
Demanda Química de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017.	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sulfato (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO42- E, 23 rd Ed. 2017	Sulfate. Turbidimetric Method

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz
D2, Lt3 , Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ebanos Mz G LT 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Pág 2 de 3

Continuación



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-17531

N° Id.: 0000061208

IV. RESULTADOS

ITEM	1		2		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-53297		M-22-53298		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AT-01		AR-01		
COORDENADAS:	E:0661044		E:0563557		
UTM WGS 84:	N:9604455		N:9607552		
PRODUCTO:	Agua Residual		Agua Residual		
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial		Agua Residual Industrial		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	03-10-2022 07:05		02-10-2022 09:10		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA,	1,8	54 000,0	-
Conductividad (*)	µS/cm	NA,	0,01	1 452,00	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	55,9	-
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	0,04	0,10	1,29	-
pH (**)	Unidad de pH	NA,	0,01	7,00	-
Temperatura (**)	(°C)	NA,	0,1	19,5	-
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,30	0,50	0,55	-
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	17,0	-
Alcalinidad Total (*)	mg CaCO3/L	2,00	5,00	300,09	328,28
Cloruro (*)	mg/L	2,00	5,00	182,20	178,17
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	177,0	-
Sulfato (*)	mg/L	1,0	2,5	173,8	137,5

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

-.: No ensayado

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca 1877,
Bellavista, Callao P (+511)
7175810 / Anexo 112 Cel.:
940 598 572
www.alab.com.pe


SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz
D2, Lt3 , Bellavista, Callao
P (+511) 7130636
Cel.: 932646460
www.alab.com.pe

SEDE AREQUIPA:
Mz. E Lt.9 COOP SIDSUR
P (+073) 616843
Cel.: 932646642
www.alab.com.pe

SEDE PIURA:
Calle Los Ebanos Mz G Lt 17 Urb.
Miraflores II Etapa - Ref. Costado
del colegio San Ignacio de Loyola. P
(+073) 542335 Cel.: 919 475 133
www.alab.com.pe

Pág.3 de 3

Anexo 8. Resultados de laboratorio de mecánica de suelos

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-DM-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	01
	DISEÑO DE MEZCLA	FECHA	13/10/2022

INFORME PARA DEL DISEÑO DE MEZCLA PARA F'C= 210 KG/CM2

El presente informe es para conocer las propiedades de los agregados y su dosificación que terminaran por componer el concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad.

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente ensayo es realizar pruebas con la finalidad de conocer las características de los agregados que el contratista ha alcanzado al Laboratorio, para finalmente elaborar el diseño de mezclas que luego de 7, 14 Y 28 días de curado nos arroje como resultado de rotura el porcentaje adecuado de su resistencia final dependiente del tipo de cemento usado.

1.2. NORMATIVIDAD

Norma ACI 211

1.3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

TESIS : **"EFECTO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA CON OZONO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm2, TUMBES 2022"**

UBICACION : DEPARTAMENTO : TUMBES
PROVINCIA : TUMBES
DISTRITO : TUMBES
LUGAR : LAB. LEMATSA SAC

AUTOR : AUREA JANYN JUSTINIANO VELASQUEZ

AGREGADO FINO : CANTERA SAN JACINTO

AGREGADO GRUESO : CANTERA SAN JACINTO


TIPO DE CEMENTO : PACASMAYO TIPO V

AGUA MUESTRA 01 : AGUA POTABLE

AGUA MUESTRA 02 : AGUA TRATADA POR OZONIFICACION

FECHA : 13 DE OCTUBRE DE 2022


Miguel Ángel Benda Moreno
ING CIVIL
Fog CIP N° 227649


	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-DM-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	01
	DISEÑO DE MEZCLA	FECHA	13/10/2022

2. DATOS Y ENSAYOS PRELIMINARES

- PROPIEDADES DEL CONCRETO:
 1. Consistencia
 2. Resistencia a los 28 días (kg/cm²)
 3. Contenido de aire
 4. Factor de Seguridad
 5. Peso específico del cemento
- DEL AGREGADO FINO:
 1. Peso Específico de la masa (gr/cm³)
 2. Absorción (%)
 3. Contenido de Humedad (%)
 4. Módulo de Fineza
 5. Peso unitario suelto seco (gr/cm³)
- DEL AGREGADO GRUESO:
 1. Peso Específico de la masa (gr/cm³)
 2. Absorción (%)
 3. Contenido de Humedad (%)
 4. Tamaño Máximo Nominal
 5. Peso Unitario compactado seco (gr/cm³)
 6. Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm³)


Miguel Ángel Banda Moreno
ING CIVIL
Reg CIP N° 227649

Continuación

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-DM-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	01
	DISEÑO DE MEZCLA	FECHA	13/10/2022

3. RESULTADOS DE ENSAYOS Y DE DOSIFICACION

3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

AGREGADO FINO

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso compactado (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
3/8"	9.52	0	0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	35	35	3.5	3.5	96.5
N° 8	2.38	120	120	12.0	15.5	84.5
N° 16	1.19	147	147	14.7	30.2	69.8
N° 30	0.59	255	255	25.5	55.7	44.3
N° 50	0.3	248	248	24.8	80.5	19.5
N° 100	0.15	133	133	13.3	93.8	6.2
N° 200	0.07	43	43	4.3	98.1	1.9
Cazuela	Fondo	19	19	1.9	100.0	0.0

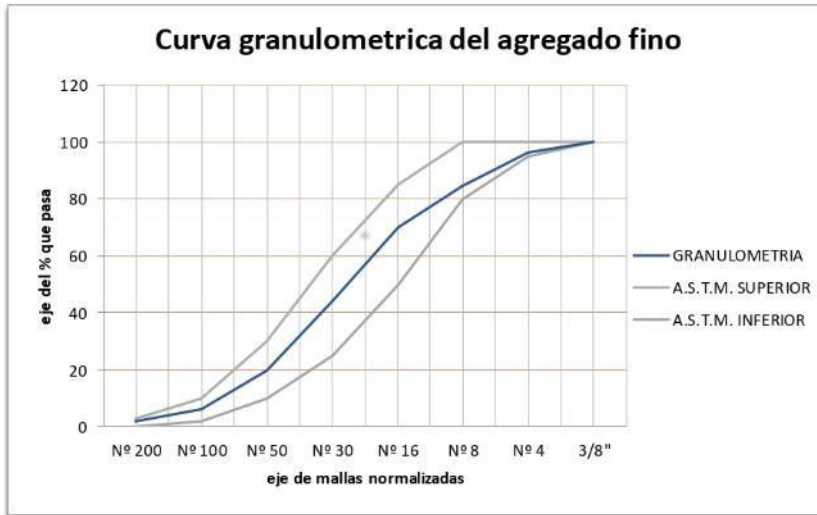
1000 CONCLUSIÓN : ESTE AGREGADO SE RECOMIENDA SU USO EN CONSTRUCCIÓN

MÓDULO DE FINEZA	2.792
¿El M.F. cumple las normas A.S.T.M C 125? :	SÍ CUMPLE


Miguel Ángel Banda Moreno
ING CIVIL
Reg CIP N° 227649

Continuación

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-DM-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	01
	DISEÑO DE MEZCLA	FECHA	13/10/2022



AGREGADO GRUESO

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO
Peso inicial del agregado grueso = 1500


RESUL. →

TM=	1"
TMN=	3/4"
TM OBT=	1"

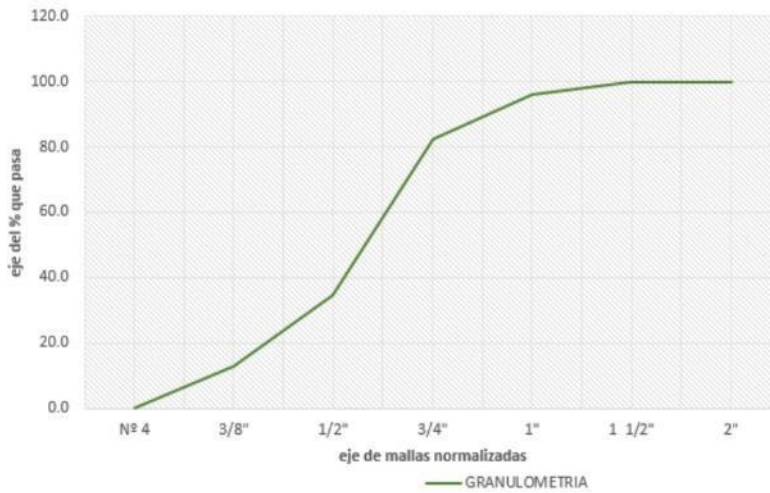
Malla	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso compactado (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
2"	50.8	0	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	0	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	62	62	4.1	4.1	95.9
3/4"	19.0	205	205	13.7	17.8	82.2
1/2"	12.7	716	716	47.7	65.5	34.5
3/8"	9.5	320	320	21.3	86.9	13.1
Nº 4	4.76	196	196	13.1	99.9	0.1
cazuela	Fondo	1	1.0	0.1	100.0	0.0
		1500	1500.0	100.0		


 Miguel Ángel Banda Moreno
 ING CIVIL
 Reg. CIP N° 227649

Continuación

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-DM-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	01
	DISEÑO DE MEZCLA	FECHA	13/10/2022

Curva granulometrica del agregado grueso




[Firma]
Ing. Ángel Banda Moreno
 ING. CIVIL
 Reg. CIP N° 227649

3.2. GRAVEDAD ESPECIFICA (NORMA ASTM C-128 Y ASTM C-127) Y ABSORCION DE AGREGADOS (NORMA ASTM C-128 Y ASTM C-127)

AGREGADO FINO					
	DESCRIPCION DEL ENSAYO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	150.00	150.00		
B	PESO DE LA FIOLA + 500mL de AGUA (a 25°C)	676.67	654.60		
C	PESO DE LA FIOLA + MATERIAL + AGUA	826.67	804.60		
D	PESO DE LA FIOLA + MATERIAL + AGUA (a 25°C)	765.86	741.23		
E	PESO MATERIAL SECO a 105°C	145.56	144.27		
F	VOLUMEN MASA + AIRE	60.81	63.37		
G	VOLUMEN AIRE	4.44	5.73		
H	VOLUMEN MASA	56.37	57.64		
	PESO ESP. BULK SUPERFICIALMENTE SECO	2.394	2.277		2.335
	PESO ESP. BULK SUPERFICIALMENTE SATURADA	2.467	2.367		2.417
	PESO ESP. APARENTE	2.582	2.503		2.543
	% ABSORCION	3.050	3.972		3.511
AGREGADO GRUESO					
	DESCRIPCION DEL ENSAYO	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
A	Peso del Mat. Sat.Sup. Seca (en aire) (gr)	1,982.00	1,997.00		
B	Peso del Mat. Sat.Sup. Seca (en agua) (gr)	1,208.00	1,217.00		
C	Vol. de masa + Vol. De vacios = A - B (gr)	774.00	780.00		
D	Peso Material Seco en horno (a 105°C) (gr)	1,942.00	1,958.00		
E	Vol. De masa = C - (A - D) (gr)	734.00	741.00		
	PESO ESP. BULK (base seca) = D/C	2.51	2.51		2.510
	PESO ESP. BULK (base saturada) = A/C	2.56	2.56		2.560
	PESO ESP. APARENTE (base seca) = D/E	2.65	2.64		2.644
	% ABSORCION = ((A - D)/D * 100)	2.06	1.99		2.026

Continuación

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-DM-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	01
	DISEÑO DE MEZCLA	FECHA	13/10/2022

3.3. PESO UNITARIO SUELTO – COMPACTADO AGREGADO FINO (NORMA ASTM C-29)

Repetición N°	AF	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
		1	2	3	1	2	3
Peso del Molde + Agregado Seco	g	9,599.00	9,582.00	9,604.00	9,671.00	9,668.00	9,699.00
Peso del Molde	g		6,261.00			6,261.00	
Peso del Agregado Seco	g	3,338.00	3,321.00	3,343.00	3,410.00	3,407.00	3,438.00
Volumen del Molde	cm ³		2,124.80			2,124.80	
Gravedad Especifica del Agregado (SSS)	0.01 gr/cm ³		2.335			2.335	
% Absorción del Agregado			3.511			3.511	
Vacios en el Agregado	0.10%	32.7	33.1	32.6	31.3	31.3	30.7
Peso Unitario del Agregado	kg/m ³	1,570.97	1,562.97	1,573.32	1,604.86	1,603.45	1,618.03
Peso Unitario del Agregado Promedio	kg/m ³		1,569.09			1,608.78	

AGREGADO GRUESO

Repetición N°	AG	Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
		1	2	3	1	2	3
Peso del Molde + Agregado Seco	g	9,405.00	9,421.00	9,379.00	9,713.00	9,698.00	9,717.00
Peso del Molde	g		6,261.00			6,261.00	
Peso del Agregado Seco	g	3,144.00	3,160.00	3,118.00	3,452.00	3,437.00	3,456.00
Volumen del Molde	cm ³		2,124.80			2,124.80	
Gravedad Especifica del Agregado (SSS)	0.01 gr/cm ³		2.540			2.540	
% Absorción del Agregado	0.10%		0.81			0.81	
Vacios en el Agregado	0.10%	41.7	41.4	42.2	36.0	36.3	36.0
Peso Unitario del Agregado	kg/m ³	1,479.67	1,487.20	1,467.43	1,624.62	1,617.56	1,626.51
Peso Unitario del Agregado Promedio	kg/m ³		1,478.10			1,622.90	

3.4. DISEÑO DE MEZCLAS

3.4.1. CONCRETO 210KG/CM2 CON CEMENTO PACASMAYO TIPO V

PROPIEDADES DE CONCRETO

CONSISTENCIA:	PLÁSTICA
RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS:	210
CONTENIDO DE AIRE:	SIN AIRE INCORPORADO
FACTOR DE SEGURIDAD:	POR REGLAMENTO
EXPOSICIÓN A LOS SULFATOS:	DESPRECIABLE
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO (gr/cm ³):	3.15
DESVIACIÓN STANDAR (kg.f/cm ²):	

RESULTADO

RESISTENCIA PROMEDIO (kg.f/cm ²)	294
ASENTAMIENTO:	3" - 4"
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (lt/m ³):	205
CONTENIDO DE AIRE (%):	2
RELACIÓN AGUA - CEMENTO:	0.5584
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO:	0.621

RESULTADOS DEL LABORATORIO


	FINO	GRUESO
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (gr/cm ³):	2.34	2.54
ABSORCIÓN (%):	3.51	0.81
CONTENIDO DE HUMEDAD (%):	1.02	0.37
MÓDULO DE FINEZA:	2.79	--
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:	--	3/4"
PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m ³):	--	1623
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m ³):	1569	1478

VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES

CEMENTO (m ³):	0.117	ENTONCES DETERMINAMOS EL A. FINO
AIRE (m ³):	0.020	A. FINO (m ³): 1 - SUMATORIA
AGUA (m ³):	0.205	A. FINO (m ³): 0.262
A. GRUESO (m ³):	0.397	
SUMATORIA:	0.738	


Miguel Ángel Banda Moreno
ING CIVIL
 Fog CIP N° 227649

Continuación

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-DM-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	01
	DISEÑO DE MEZCLA	FECHA	13/10/2022

PESO DE DISEÑO DE LOS MATERIALES

CEMENTO (kg/m ³):	367.120
A. FINO (kg/m ³):	612.260
A. GRUESO (kg/m ³):	1.007.883
AGUA (Lt/m ³):	205.000

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

CEMENTO (kg/m ³):	367.120
A. FINO (kg/m ³):	618.505
A. GRUESO (kg/m ³):	1.011.612
AGUA (Lt/m ³):	224.680

VOLUMEN EN OBRA

CEMENTO (pies):	8.638
A. FINO (pies):	13.921
A. GRUESO (pies):	24.171
AGUA (Lt/m ³):	224.680

PROPORCIÓN

EN PESO:	1	:	1.685	:	2.756	/	0.612
EN VOLUMEN:	1	:	1.612	:	2.798	/	26.010 Lt/bolsa


POR m³:

CEMENTO (Bolsas)	A. FINO (m ³)	A. GRUESO (m ³)	AGUA (m ³)
8.638	0.394	0.684	0.225

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El resultado obtenido del diseño de mezcla para el cemento tipo V, resistencia de 210kg/cm² fue reajustado al momento de la elaboración de preparación de mezcla para los testigos. Haciéndose una dosificación en campo de **1:1.5:2.5** en volumen.
- ✓ El presente diseño de mezcla fue elaborado con una relación a/c inferior a 0.60, el cual, al tener más contenido de agregado fino se logra obtener una consistencia poco plástica.
- ✓ Se elaboraron 02 mezclas en trompo, la primera utilizando Agua potable como insumo hídrico, y la segunda utilizando el agua tratada proporcionada por el autor del trabajo de tesis. De cada mezcla se procedió a sacar 12 probetas de 4"x8" y al posterior curado en poza de agua potable.
- ✓ De acuerdo al control de Temperatura del concreto fresco, la mezcla con agua potable registró una temperatura de 25.5°C mientras que la mezcla con agua tratada una temperatura de 25.0°C, tal como se evidencia en las evidencias fotográficas.
- ✓ De acuerdo a la trabajabilidad, la mezcla con agua tratada obtuvo una mayor trabajabilidad; teniendo de esta manera un Slump entre 3" y 4", mientras que la mezcla con agua potable tuvo un slump entre 2" y 3".


Miguel Ángel Banda Moreno
 ING CIVIL
 Reg. CIP N° 227649

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-RTC-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	00
	ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO	FECHA	04/11/2022

INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

El presente informe es para conocer las propiedades del concreto vertido en obra, siguiendo los diseños de mezcla alcanzados previamente por su laboratorio respectivo. Estas lecturas de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, nos ayuda a determinar si el concreto está cumpliendo con los requerimientos exigidos, con respecto a su edad en días.

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente ensayo es realizar pruebas con la finalidad de conocer las resistencias a la compresión obtenidas de las probetas cilíndricas obtenidas del concreto preparado y vertido en obra, de acuerdo a su edad en días.

1.2. NORMATIVIDAD

Norma ASTM C 39

Norma ASTM C 1231

1.3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

TESIS : ***"EFECTO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA CON OZONO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², TUMBES, 2022"***

UBICACION : DEPARTAMENTO : TUMBES
 PROVINCIA : TUMBES
 DISTRITO : TUMBES
 LUGAR : LAB. LEMATSA SAC

AUTOR : AUREA JANYN JUSTINIANO VELASQUEZ

ENSAYO : ROTURA DE PROBETAS DE DISEÑO DE MEZCLA

AGREGADO FINO : CANTERA SAN JACINTO

AGREGADO GRUESO : CANTERA SANJACINTO

TIPO DE CEMENTO : PACASMAYO TIPO V


AGUA MUESTRA 01 : AGUA POTABLE

AGUA MUESTRA 02 : AGUA TRATADA CON OZONO

FECHA : 04 DE NOVIEMBRE DEL 2022


 Miguel Ángel Banda Moreno
 ING CIVIL
 Reg. CIP N° 227649

Continuación

	LEMATSA S.A.C.	CÓDIGO	EMS-RTC-22
	INFORME TÉCNICO	REVISIÓN	00
	ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO	FECHA	04/11/2022

2. RESULTADOS DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN

CODIGO	DESCRIPCION	FECHAS		EDAD DIAS	CARGA (kN)	CARGA (Kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	%
		TOMA	ROTURA							
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	13/10/2022	7.00	146.88	14,977.65	78.54	190.70	210.00	90.81%
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	13/10/2022	7.00	144.92	14,777.27	78.54	188.15	210.00	89.60%
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	13/10/2022	7.00	148.84	15,177.00	78.54	193.24	210.00	92.02%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	13/10/2022	7.00	127.67	13,018.77	78.54	165.76	210.00	78.93%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	13/10/2022	7.00	132.56	13,517.51	78.54	172.11	210.00	81.96%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	13/10/2022	7.00	137.43	14,014.01	78.54	178.43	210.00	84.97%

CODIGO	DESCRIPCION	FECHAS		EDAD DIAS	CARGA (kN)	CARGA (Kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA DE DISEÑO	%
		TOMA	ROTURA							
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	20/10/2022	14.00	178.19	18,170.19	78.54	231.35	210.00	110.17%
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	20/10/2022	14.00	176.49	17,997.34	78.54	229.15	210.00	109.12%
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	20/10/2022	14.00	177.32	18,081.47	78.54	230.22	210.00	109.63%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	20/10/2022	14.00	171.65	17,503.49	78.54	222.86	210.00	106.12%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	20/10/2022	14.00	169.65	17,299.55	78.54	220.26	210.00	104.89%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	20/10/2022	14.00	170.66	17,402.03	78.54	221.57	210.00	105.51%

CODIGO	DESCRIPCION	FECHAS		EDAD DIAS	CARGA (kN)	CARGA (Kg)	AREA (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA DE DISEÑO	%
		TOMA	ROTURA							
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	03/11/2022	28.00	189.21	19,294.12	78.54	245.66	210.00	116.98%
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	03/11/2022	28.00	200.15	20,409.70	78.54	259.86	210.00	123.74%
DM.210.A.P.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V - Agua Potable	06/10/2022	03/11/2022	28.00	186.46	19,013.70	78.54	242.09	210.00	115.28%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	03/11/2022	28.00	179.91	18,345.78	78.54	233.59	210.00	111.23%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	03/11/2022	28.00	172.81	17,621.78	78.54	224.37	210.00	106.84%
DM.210.A.T.	D.M. F'c=210 KG/CM2 - Cem. Tipo V-Agua Ozonizada	06/10/2022	03/11/2022	28.00	181.66	18,524.23	78.54	235.86	210.00	112.31%

1KN = 101.972 Kg


 Miguel Ángel Banda Moreno
 ING. CIVIL
 Reg. CIP N° 227649



Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelo, Asfalto, Concreto, Agregado y Granulometría

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

NOMBRE DEL PRODUCTO: PRENSA DE CONCRETO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: La máquina de prueba de compresión hidráulica se utiliza para la prueba de compresión de hormigón y otros materiales de construcción, carga manual, visualización digital del valor de la presión y la relación de carga.

CARACTERÍSTICAS:

Carga manual, Cubierta protectora

Capacidad de carga máxima: 2000 kN

Espacio de compresión: 360 mm

Carrera del pistón: 120 mm

Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm

Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm

Dimensión (marco de carga: 900×400×1250 mm

Energía: 220V, 50Hz /60Hz, 1.3kW

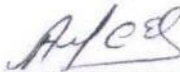
MODELO: SYE-2000

SERIE: 210707-4

FECHA: 11/11/2021



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 522 0723
Cel: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
ventas@pys.pe / apoza@pys.pe
www.pys.pe


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

Continuación



JMR EQUIPOS S.A.C.
Equipos para Laboratorio
de Suelos, Concreto y Asfalto

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° V0421040**

Página 1 de 3

Expediente : N° 0121-2021
Fecha de Emisión : 2021-09-14

1. SOLICITANTE : BANDA TANTALEAN CONTRATIST.GENERAL.EIRL

DIRECCIÓN : CAL. HERNANDO DE LUQUE NRO. 217 TUMBES - TUMBES - TUMBES

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Estufa Eléctrica

Marca : PALIO
Modelo : PE5020.2
Número de Serie : 0421016
Capacidad : 85 Litros
Indicador : Digital
Marca : PALIO
Modelo : TCN4S
Serie : No Indica
Punto de Calibración : 110 °C ± 5 °C
Procedencia : PERÚ
Identificación : 0421040
Ubicación : Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2021-09-14
Lugar : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	17.5	19.2
Humedad Relativa (%)	82	72

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
TOTAL WEIGHT	Termometro Digital	CT-0067-2021
JMR EQUIPOS S.A.C.	Termohigrómetro	L1018042

6. OBSERVACIONES

No presenta ninguna observación

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sello



Laboratorio de Metrología

JMR EQUIPOS SAC

Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. GANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-04

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprovado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Continuación



JMR EQUIPOS S.A.C.
Equipos para Laboratorio
de Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V0421040

Página 2 de 3

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tiempo (min)	Pirómetro (°C)	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		Nivel Inferior					Nivel Superior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.8	110.8	110.1	110.6	110.3	110.9	110.1	110.3	110.9	110.1	110.8	110.5	0.8
2	110.1	110.3	111.0	110.8	110.7	110.0	110.9	111.0	110.5	110.9	110.7	110.7	1.0
4	110.4	110.7	110.4	110.9	110.6	110.8	110.1	110.6	110.6	110.3	110.3	110.5	0.8
6	110.3	110.7	110.9	110.6	110.6	110.1	110.6	110.2	111.0	110.8	110.1	110.6	0.9
8	110.1	110.2	110.7	110.0	111.0	110.5	110.4	110.5	110.4	110.1	110.5	110.4	1.0
10	110.1	110.4	110.4	110.2	110.2	110.0	110.8	110.5	110.8	110.9	110.4	110.5	0.9
12	110.3	111.0	110.4	110.6	110.1	110.3	111.0	110.9	110.5	110.5	110.7	110.6	0.9
14	110.9	110.3	110.1	110.9	110.1	110.9	110.8	110.0	110.1	110.4	110.5	110.4	0.9
16	110.9	110.4	110.0	110.2	110.5	110.4	110.3	110.9	110.6	110.4	110.5	110.4	0.9
18	110.2	111.0	110.3	110.7	110.1	110.3	110.3	110.2	110.8	110.8	110.8	110.5	0.9
20	110.1	110.2	110.3	110.5	110.6	110.8	110.4	110.1	110.8	110.8	110.6	110.5	0.7
22	110.8	110.1	110.1	111.0	110.4	110.5	110.6	110.4	110.6	110.4	110.5	110.5	0.9
24	110.3	110.3	110.1	110.3	110.3	110.1	110.4	110.5	110.2	110.6	110.7	110.4	0.6
26	110.5	110.0	110.4	110.9	110.4	110.0	110.6	111.0	110.4	110.7	110.7	110.5	1.0
28	110.4	110.6	110.2	110.1	110.0	110.1	110.0	110.4	110.4	110.7	110.9	110.3	0.9
30	110.9	110.7	110.5	110.5	110.6	110.0	110.4	110.6	110.2	110.6	110.3	110.4	0.7
32	110.8	110.9	110.0	110.5	110.1	110.3	110.8	110.2	110.2	110.7	110.6	110.4	0.9
34	110.6	110.9	111.0	110.5	110.2	110.5	110.6	110.9	110.7	110.9	110.6	110.7	0.8
36	110.9	110.0	110.9	110.5	110.4	110.9	110.8	110.3	110.9	110.0	110.9	110.6	0.9
38	110.7	110.9	110.8	110.3	110.6	110.5	110.7	110.7	110.6	110.9	110.5	110.7	0.6
40	110.8	110.9	110.8	110.6	110.7	110.5	110.0	110.8	110.4	110.6	110.4	110.6	0.9
42	110.0	110.5	110.6	111.0	110.5	110.9	110.0	110.3	110.8	110.8	110.2	110.6	1.0
44	110.6	110.2	110.9	110.6	110.3	110.1	110.9	110.5	110.4	110.6	110.8	110.5	0.8
46	110.2	110.7	110.7	110.8	110.1	111.0	110.3	110.7	110.1	110.9	110.8	110.6	0.9
48	110.5	110.3	110.2	111.0	110.7	110.6	110.7	111.0	110.4	110.2	110.4	110.6	0.8
50	110.9	110.1	110.5	110.6	110.3	110.1	110.4	110.3	110.4	110.3	110.9	110.4	0.8
52	110.0	110.4	110.1	110.1	110.0	110.3	110.0	110.8	110.9	110.1	110.0	110.3	0.9
54	110.0	110.2	110.2	110.7	111.0	111.0	110.9	110.5	110.0	110.5	110.4	110.5	1.0
56	109.8	110.4	110.9	110.0	111.0	110.7	110.9	110.5	110.7	110.8	110.9	110.7	1.0
58	109.5	110.8	110.6	110.0	110.4	110.0	110.1	110.9	110.9	110.2	110.1	110.4	0.9
60	109.3	111.0	110.1	110.8	110.1	110.0	110.7	110.4	110.9	110.4	110.5	110.5	1.0
T. PROM	110.4	110.5	110.5	110.5	110.4	110.4	110.5	110.5	110.6	110.5	110.6	110.5	
T. MAX	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9		
T. MIN	109.3	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0		
DTT	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9		

NOMENCLATURA

- T. PROM Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. Prom. Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. MAX Temperatura máxima.
- T. MIN Temperatura mínima.
- DTT Desviación de Temperatura en el Tiempo.



Sello
Laboratorio de Metrología

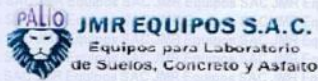
JMR EQUIPOS SAC
Téc. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.
Ing. GIANMARCO ANDRE MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Continuación



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V0421040

Página 3 de 3

8.1 RESULTADO TOTAL DE MEDICIÓN

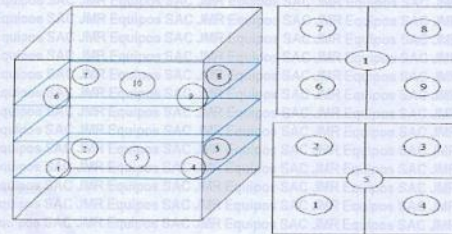
TABLA N° 02

Parámetro	Valor (°C)	U (°C)
Máxima Temperatura Medida	111.0	0.3
Mínima Temperatura Medida	110.0	0.3
DTT	0.9	0.2
DTE	1.0	0.4
Estabilidad Media (±)	0.4	0.1
Uniformidad Media	3.3	0.4

U = Incertidumbre Expandida

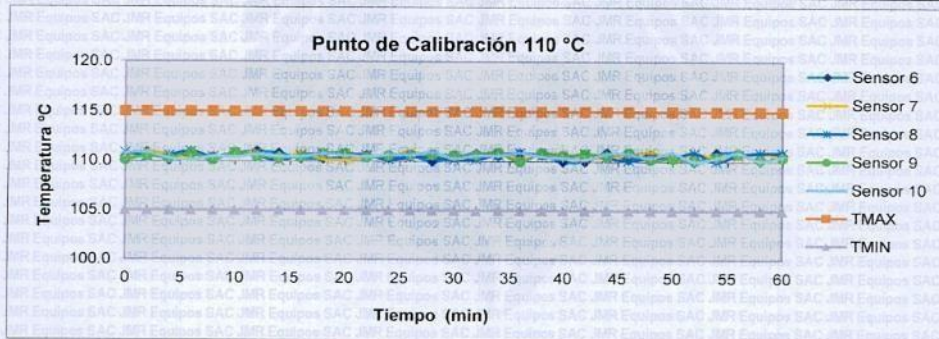
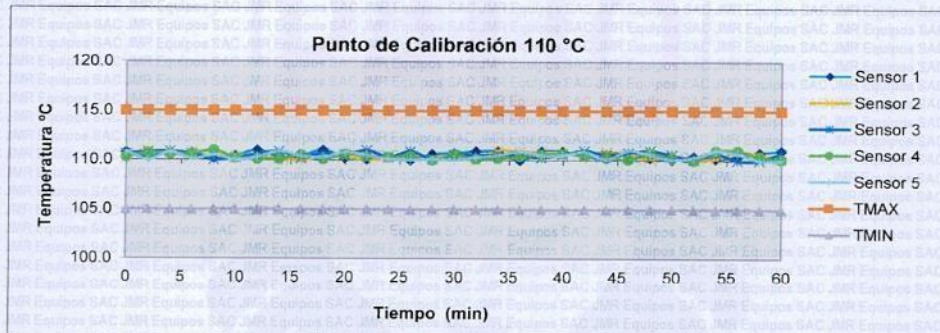
Se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

GRÁFICA N° 01



Panel Frontal

Nivel Superior / Inferior



Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS SAC
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.
Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-04

Rev00

Elaborado: AJPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

Continuación

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL								
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V5422121								
Expediente	: N° 0211-2022	Página 1 de 3						
Fecha de Emisión	: 2022-11-04							
1. SOLICITANTE	: LEMATSA S.A.C.							
DIRECCIÓN	: CAL.HERNANDO DE LUQUE NRO. 217 BAR. EL MILAGRO (COMISARIA DE LA MUJER) TUMBES - TUMBES . TUMBES	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la <i>incertidumbre expandida</i> de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.						
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Balanza Electrónica	Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.						
Marca	: PATRICKS							
Modelo	: PE5004.8							
Número de Serie	: 0722024							
Alcance de Indicación	: 30000 g							
División de Escala Real (d) /Resolución	: 1 g							
División de Verificación (e)	: 1 g							
Procedencia	: CHINA							
Identificación	: No indica							
Tipo	: Electrónica							
Ubicación	: Instalaciones de CALITEST S.A.C.	CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.						
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN								
Fecha	: 2022-11-04							
Lugar	: Laboratorio de CALITEST S.A.C.							
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN								
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.								
5. CONDICIONES AMBIENTALES								
	<table border="1"><thead><tr><th>Minima</th><th>Máxima</th></tr></thead><tbody><tr><td>18.2</td><td>19.5</td></tr><tr><td>74</td><td>78</td></tr></tbody></table>	Minima	Máxima	18.2	19.5	74	78	
Minima	Máxima							
18.2	19.5							
74	78							
Temperatura (°C)								
Humedad Relativa (%)								
Sello		Laboratorio de Metrología						
	CALITEST S.A.C.  Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA	 GALITEST SAC  Ing. GIANMARCO ANDRE MESTAS PIZANGO CIP: 258285 JEFE DE LABORATORIO						
FEI-07	Rev00	Elaborado: PFSP						
		Revisado: GAMP						
		Aprovado: AJPM						
DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA								
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com								
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO								

Continuación



**CALITEST
S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V5422121

Página 2 de 3

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0451-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0452-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0453-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0450-MPES-C-2022

7. OBSERVACIONES

(*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003-2009.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura (°C) Inicial / Final		16.1 / 16.3		Carga L1 =		30000 g	
Medición N°	Carga L1 =	l (g)	Δ L (g)	E (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)
1	15000	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
2	15000	15000	0.600	-0.100	30000	0.500	0.000
3	15000	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
4	15000	15000	0.500	0.000	30000	0.500	0.000
5	15000	15000	0.600	-0.100	30000	0.600	-0.100
6	15000	15000	0.600	-0.100	30000	0.500	0.000
7	15000	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
8	15000	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
9	15000	15000	0.600	-0.100	30000	0.500	0.000
10	15000	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
Diferencia Máxima				0.100			0.100
Error máximo permitido				± 1.0			± 3.0

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

DR. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



CALITEST S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V5422121

Página 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final : 16.5 / 16.8									
Posición de la Carga	Carga Mínima * (g)	Determinación de E ₀			Determinación de Error corregido				
		l (g)	Δ L (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)
1	1.0	1.00	0.500	0.000	10000.0	10000.0	0.500	0.000	0.000
2		1.00	0.500	0.000		10000.0	0.600	-0.100	-0.100
3		1.00	0.600	-0.100		10000.0	0.500	0.000	0.100
4		1.00	0.600	-0.100		10000.0	0.600	-0.100	0.000
5		1.00	0.500	0.000		10000.0	0.500	0.000	0.000
(*) valor entre 0 y 10 e							Error máximo permitido: ± 1.0		

ENSAYO DE PESAJE									
Temperatura (°C) Inicial / Final : 17.5 / 17.6									
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (***) (± g)
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.600	-0.100						
5	5	0.500	0.000	0.100	5	0.500	0.000	0.100	1.000
10	10	0.600	-0.100	0.000	10	0.500	0.000	0.100	1.000
50	50	0.600	-0.100	0.000	50	0.600	-0.100	0.000	1.000
100	100	0.500	0.000	0.100	100	0.600	-0.100	0.000	1.000
200	200	0.500	0.000	0.100	200	0.500	0.000	0.100	1.000
400	400	0.600	-0.100	0.000	400	0.500	0.000	0.100	1.000
1000	1,000	0.600	-0.100	0.000	1,000	0.600	-0.100	0.000	1.000
1500	1,500	0.500	0.000	0.100	1,500	0.500	0.000	0.100	1.000
5000	5,000	0.500	0.000	0.100	5,000	0.600	-0.100	0.000	1.000
10000	10,000	0.600	-0.100	0.000	10,000	0.600	-0.100	0.000	1.000
20000	20,000	0.600	-0.100	0.000	20,000	0.500	0.000	0.100	3.000
30000	30,000	0.500	0.000	0.100	30,000	0.500	0.000	0.100	3.000

(***) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	R 3.08E-03 x R
Incertidumbre Expandida	=	2 x (9.47E-06 mg ² + 1.58E-07 x R ²) ^{1/2}
Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10 ⁻³		

l, R : Indicación de la balanza E: Error encontrado Ec: Error corregido
Δ L: Carga Incrementada Eo: Error en cero

Sello

Laboratorio de Metrología



FEI-07

Rev00

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

ING. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 258285
JEFE DE LABORATORIO

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA
Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

ANEXO 9. Galería fotográfica

Fase de muestreo de agua residual para laboratorio

Preparativos

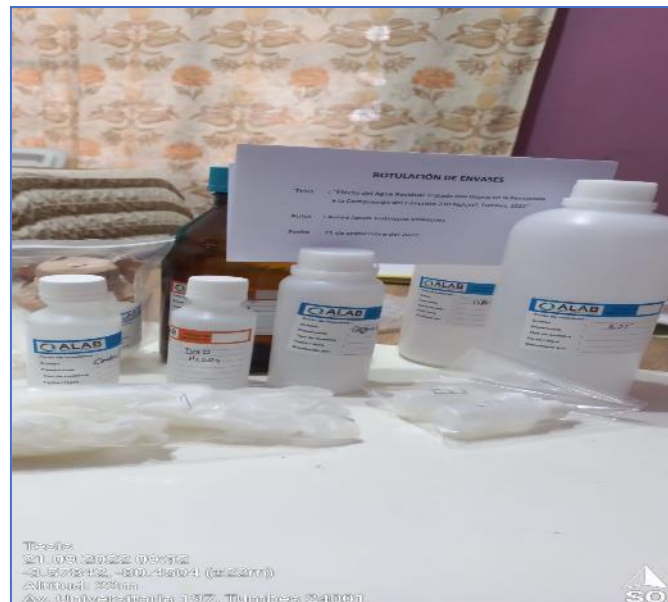
Figura 13

Tesista verificando el material de muestreo enviado por el laboratorio



Figura 14

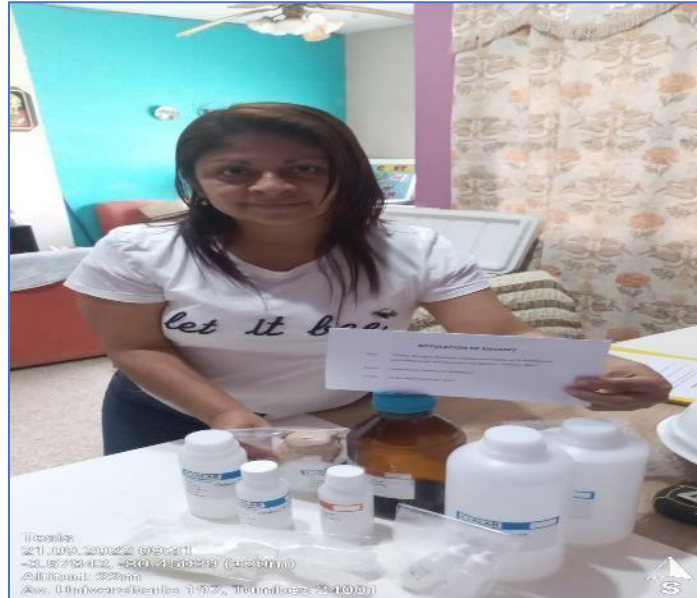
Envases y reactivos empleados en el muestreo



Continuación

Figura 15

Tesista con los reactivos y recipientes enviados por el laboratorio para el muestreo



Primera visita a la PTAR de la ciudad de Tumbes

Figura 16

Tesista a su llegada a la PTAR de la ciudad de Tumbes



Continuación

Figura 17

Tesista muestreando el agua residual



Figura 18

Tesista aplicando reactivos a las muestras de agua residual



Continuación

Figura 19

Tesista repitiendo adición de reactivos a las muestras de agua residual



Figura 20

Tesista con el contenedor isotérmico lleno



Fin de la fase de muestreo de agua residual para laboratorio

Fase de recojo de agua residual a ser tratada con ozono y empleada para ensayo mecánico y de laboratorio

Figura 21

Tesista disponiéndose a recolectar agua residual en mayor volumen



Figura 22

Tesista con el agua residual recolectada



Fin de recojo del agua residual

Continuación

Fase de ozonización del agua residual

Determinación de la dosis óptima de ozono

Figura 23

Determinación de la dosis óptima de ozono



Nota. Tesista aplicando ozono al agua residual por dosis en términos de tiempo. a) 5 minutos. b) 15 minutos. c) 25 minutos.

Continuación

Figura 24

Tesista ozonizado el agua residual para determinar la dosis óptima



Figura 25

Proceso de ozonizado según los tiempos de 5, 15 y 25 minutos de aplicación



Fin de la determinación de la dosis óptima de ozono

Continuación

Medición del oxígeno disuelto

Figura 26

Tesista midiendo la concentración de oxígeno disuelto en el agua residual



Figura 27

Nueva medición de oxígeno disuelto en agua residual tratada con 27.78 mgO₃/Lt



Fin de la medición de oxígeno disuelto en el agua residual

Continuación

Ozonizado de agua para ensayo mecánico

Figura 28

Tesista con el agua residual al inicio del proceso de ozonizado



Figura 29

Tesista con el agua residual en momentos finales del ozonizado



Fin de ozonizado del agua para ensayo mecánico

Fase de embalado de agua residual tratada con ozono para ser enviado a laboratorio

Figura 30

Tesista preparando el envío al laboratorio de agua residual tratada con ozono



Figura 31

Tesista finalizando el embalaje de las muestras ozonizadas para su envío



Continuación

Figura 32

Tesista con el contenedor isotérmico listo para su envío al laboratorio



Fin de fase de embalado del agua residual ozonizada, dispuesta para ensayos de laboratorio

Inicio de fase de ensayos de laboratorio de los agregados

Figura 33

Tesista y los agregados para ensayos en el laboratorio de mecánica



Figura 34

Tesista observando el material retenido por los tamices granulométricos



Figura 35

Pesaje de tamiz de 3/8"



Continuación

Figura 36

Pesado de material para ensayos



Nota. Proceso de pesado. a) Tesista pesando el material. b) Balanza electrónica con material.

Figura 37

Secado de material en horno autoclave



Nota. Proceso de secado de material. a) Tesista colocando material. b) material en el horno autoclave.

Fin de fase de ensayos de laboratorio de los agregados

Elaboración de probetas de concreto con agua residual tratada

Figura 38

Tesista y los materiales para la elaboración de las probetas de concreto



Figura 39

Adicionado de cemento al trompo de mezclado



Continuación

Figura 40

Adicionado de arena al trompo de mezclado



Figura 41

Tesista midiendo la cantidad de agua residual tratada para adicionar al trompo



Continuación

Figura 42

Vertido de agua residual tratada al trompo



Figura 43

Medición de la temperatura del concreto elaborado con agua residual tratada



Continuación

Figura 44

Tesista llenando el cono de Abrams



Figura 45

Tesista midiendo el slump o asentamiento



Continuación

Figura 46

Llenando y chuceando las cubetas con concreto



a)



b)



c)



d)

Nota. Tesista durante el chuceado del concreto. a) y b) Varillado del concreto. c) Martillado con goma para favorecer el asentado d) Enrasado del concreto fresco en la cubeta.

Fin de fase de elaboración del concreto y llenado de cubetas con agua residual tratada

Elaboración de probetas de concreto con agua potable

Figura 47

Añadido de cemento al trompo

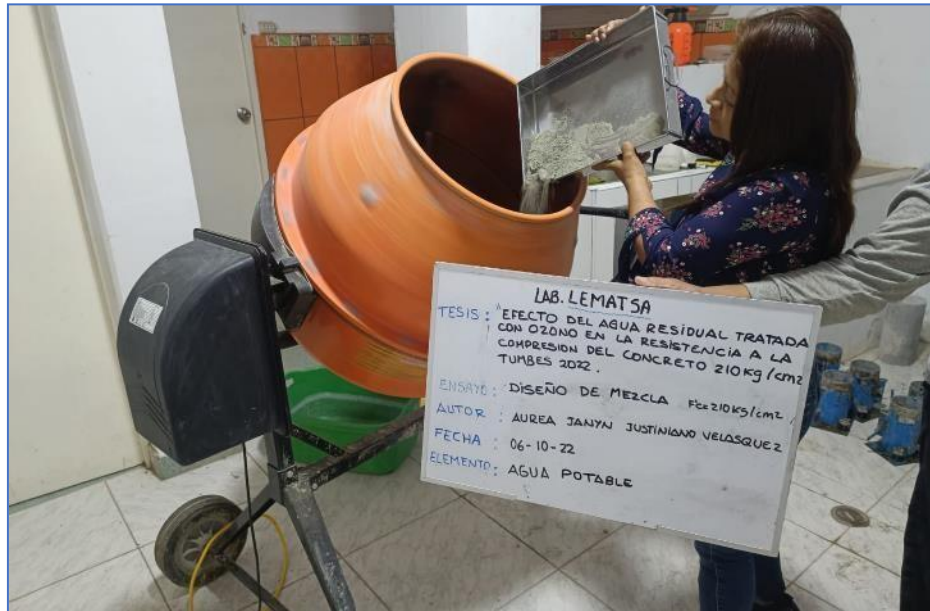


Figura 48

Tesista adicionando arena al trompo mezclador



Continuación

Figura 49

Adicionado de agua potable al trompo mezclador



Figura 50

Medición de temperatura del concreto elaborado con agua potable



Continuación

Figura 51

Llenando de las 9 probetas con agua potable



Fin de fase de elaboración del concreto y llenado de cubetas con agua potable

Fase de curado de probetas y su identificación

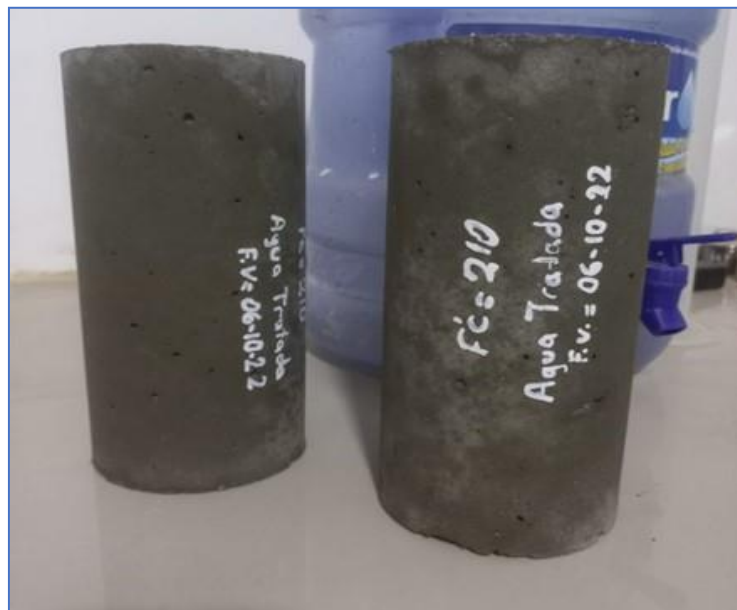
Figura 52

Curado de las probetas



Figura 53

Probetas identificadas con resistencia de diseño, agua residual tratada y fecha



Continuación

Figura 54

Probeta elaborada con agua potable mostrando su diseño de resistencia y fecha



Fin de fase de curado y muestra de probetas

Ensayo por rotura de probetas a resistencia a la compresión

Ensayo a los 7 días

Figura 55

Tesista y las probetas a ser sometidas a ensayo por rotura



Figura 56

Probetas a ser sometidas a ensayo a los 7 días



Continuación

Ensayo a los 14 días

Figura 57

Tesista con las probetas durante el ensayo por rotura



Figura 58

Tesista luego del ensayo con las probetas a los 14 días



Continuación

Ensayo a los 28 días

Figura 59

Tesista con probetas a ser sometidas a ensayo



Figura 60

Tesista colocando la probeta de concreto elaborada con agua residual tratada en el equipo para ser ensayada



Continuación

Figura 61

Tesista con probetas elaboradas con agua residual tratada, después de rotura a los 28 días





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CASTILLO CHÁVEZ JUAN HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Efecto del Agua Residual Tratada con Ozono en la Resistencia a la Compresión del Concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2022", cuyo autor es JUSTINIANO VELÁSQUEZ AUREA JANYN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 02 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CASTILLO CHÁVEZ JUAN HUMBERTO DNI: 18102931 ORCID: 0000-0002-4701-3074	Firmado electrónicamente por: CASTILLOCH el 20- 12-2022 11:27:20

Código documento Trilce: TRI - 0469222