



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Estimación de la huella hídrica en procesos desarrollados por la
constructora PALKIA EIRL para mejorar la ecoeficiencia,
Arequipa 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Neyra Soto, Maria de los Angeles (ORCID: 0000-0002-5020-6694)
Sanchez Esquivel, Adnan Breznef (ORCID: 0000-0002-2873-3017)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios y a mi querida madre que en vida fue mi mejor ejemplo, por darme la vida, por enseñarme a terminar lo que empiezo y a ser constante para lograr mis metas.

Neyra Soto Maria de los Angeles

A Dios por darme siempre la fuerza y sabiduría para salir adelante frente a las todas las adversidades.

A mi madre por ser el principal soporte y motivación para poder alcanzar mis metas, demostrar a mis seres queridos, que si se pueden lograr las cosas que uno se prepone.

Sanchez Esquivel Adnan Breznef

Agradecimiento

A Dios por ser mi guía mi espiritual, escudo y fortaleza.

A mi abuelita por su apoyo incondicional y estar a mi lado cuando más la necesito.

A mi familia por creer y confiar en mí.

A MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco por su asesoría para desarrollar el proyecto de tesis.

A mi universidad madre por los 5 años de enseñanza y la UCV por permitirme obtener mi título

Neyra Soto Maria de los Angeles

A Dios y mi familia por el apoyo espiritual y económico para seguir adelante.

Al MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel por guiarnos de la mejor manera y poder sacar lo mejor de nosotros.

A la universidad Cesar Vallejo que me da la oportunidad de dar un paso más en mi vida profesional y por contribuir a brindar una mejor calidad de vida a la sociedad.

Sanchez Esquivel Adnan Breznef

Índice de contenidos

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	19
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	20
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	21
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	23
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	23
3.5. PROCEDIMIENTO.....	25
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	32
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	32
IV. RESULTADOS	33
4.1. PRINCIPALES ACTIVIDADES EN LOS DIFERENTES TIPOS DE OBRAS DESARROLLADAS POR LA CONSTRUCTORA PALKIA E.I.R.L PARA MEJORAR LA ECOEFICIENCIA	34
4.2. DETERMINACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA.....	36
4.2.1. Huella hídrica azul	36
4.2.2. Huella gris.....	59
4.2.3. Huella verde	62
4.3. HUELLA HÍDRICA TOTAL	62
4.4. IMPACTO SOCIAL DE LA PROPUESTA.....	65
V. DISCUSIÓN	66

V. CONCLUSIONES.....	70
VI. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS	75
ANEXOS	

Índice de tablas

TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	23
TABLA 2. FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	24
TABLA 3. NOMBRES DE EXPERTOS PARA VALIDEZ.....	25
TABLA 4. CANTIDAD DE AGUA EN M ³ CONSUMIDOS POR MES SEGÚN RECIBOS EN SEDAPAR	27
TABLA 5. TIPO DE OBRA EN EDIFICACIONES EJECUTADAS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.	34
TABLA 6. TIPOS DE OBRAS EN HIDRÁULICAS EJECUTADAS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS	34
TABLA 7. TIPOS DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EJECUTADAS EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS.....	35
TABLA 8. HUELLA HÍDRICA AZUL DE LA EMPRESA (PROMEDIO ANUAL)	36
TABLA 9. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN OBRAS DE CONCRETO SIMPLE (REAL)	37
TABLA 10. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN OBRAS DE CONCRETO SIMPLE CON PLASTIFICANTE	38
TABLA 11. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN OBRAS DE CONCRETO ARMADO (REAL)	40
TABLA 12. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN OBRAS DE CONCRETO ARMADO MÁS PLASTIFICANTE	40
TABLA 13. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA ARQUITECTURA (REAL)..	42
TABLA 14. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA ARQUITECTURA CON PLASTIFICANTE	42
TABLA 15. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CÉSPED SINTÉTICO (REAL)	44
TABLA 16. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CÉSPED SINTÉTICO CON PLASTIFICANTE	44
TABLA 17. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CURADO DE CONCRETO (REAL)	45
TABLA 18. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CURADO DE CONCRETO CON CURADOR MEMBRANIL VISTA.....	46
TABLA 19. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CONCRETO SIMPLE Y DE ARTE (REAL)	47
TABLA 20. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN CONCRETO SIMPLE Y DE ARTE MÁS PLASTIFICANTE	47
TABLA 21. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CURADO DE CONCRETO	49
TABLA 22. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CURADO DE CONCRETO CON CURADOR MEMBRANIL VISTA.....	49
TABLA 23. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA SARDINEL BURBUJA.....	51
TABLA 24. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA SARDINEL BURBUJA MÁS PLASTIFICANTE	51
TABLA 25. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA VEREDAS	52

TABLA 26. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA VEREDAS MÁS PLASTIFICANTES.....	52
TABLA 27. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CURADO DE CONCRETO	53
TABLA 28. ESTIMACIÓN DE HUELLA HÍDRICA EN LA PARTIDA CURADO DE CONCRETO CON CURADOR MEMBRANIL VISTA.....	54
TABLA 29. MITIGACIÓN AMBIENTAL ORIGINAL EN OBRAS DE EDIFICACIONES.....	56
TABLA 30. MITIGACIÓN AMBIENTAL MODIFICADA EN OBRAS DE EDIFICACIONES	56
TABLA 31. MITIGACIÓN AMBIENTAL ORIGINAL EN OBRAS HIDRÁULICAS	57
TABLA 32. MITIGACIÓN AMBIENTAL MODIFICADA EN OBRAS HIDRÁULICAS.....	57
TABLA 33. MITIGACIÓN AMBIENTAL ORIGINAL EN INFRAESTRUCTURA VIAL	58
TABLA 34. MITIGACIÓN AMBIENTAL MODIFICADA EN INFRAESTRUCTURA VIAL.....	59
TABLA 35. ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE AGUA FACTURADA MENSUAL EN M³.....	60
TABLA 36. ESTIMACIÓN DE AGUA FACTURADA ANUAL EN M³.....	60
TABLA 37. ESTIMACIÓN DE AGUA FACTURADA ANUAL.....	60
TABLA 38. CUADRO RESUMEN PARTIDAS DE CONCRETO	64
TABLA 39. CUADRO RESUMEN DE MITIGACIÓN DE POLVO	64

Índice de figuras

FIGURA 1. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS COMPONENTES DE LA HUELLA HÍDRICA	11
FIGURA 2. ESQUEMA DEL ENFOQUE DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN EL CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	12
FIGURA 3. TIPOS DE HUELLA HÍDRICA.....	13
FIGURA 4. CERTIFICACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA POR LA EMPRESA AENOR	14
FIGURA 5. DIAGRAMA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA.....	26
FIGURA 6. VISITA EN CAMPO.....	27
FIGURA 7. SISTEMA DE RIEGO PALKIA EIRL.....	28
FIGURA 8. CURADOS PALKIA EIRL	28
FIGURA 9. HERRAMIENTAS PALKIA EIRL	29
FIGURA 10. MEZCLADORA PALKIA EIRL.....	29
FIGURA 11. TIPOS DE OBRAS	35
FIGURA 12. COMPARACIÓN CONSUMO DE AGUA - PARTIDA CONCRETO SIMPLE	38
FIGURA 13. COMPARACIÓN DE CONSUMO DE AGUA APLICANDO ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN.....	39
FIGURA 14. COMPARACIÓN CONSUMO DE AGUA - PARTIDA CONCRETO ARMADO.....	41
FIGURA 15. REDUCCIÓN DE AGUA DE LA PARTIDA CONCRETO ARMADO CON PLASTIFICANTE.....	41
FIGURA 16. COMPARACIÓN CONSUMO DE AGUA - PARTIDA ARQUITECTURA	43
FIGURA 17. REDUCCIÓN DE AGUA DE LA PARTIDA ARQUITECTURA CON PLASTIFICANTE	43
FIGURA 18. REDUCCIÓN DE AGUA DE LA PARTIDA CÉSPED SINTÉTICO CON PLASTIFICANTE.....	45
FIGURA 19. REDUCCIÓN DE AGUA APLICANDO CURADO MEMBRANIL.....	46
FIGURA 20. COMPARACIÓN CONSUMO DE AGUA - PARTIDA CONCRETO SIMPLE Y DE ARTE	48
FIGURA 21. REDUCCIÓN DE AGUA DE LA PARTIDA CONCRETO SIMPLE Y DE ARTE	48
FIGURA 22. REDUCCIÓN DE AGUA APLICANDO CURADO MEMBRANIL EN OBRAS HIDRÁULICAS.....	50
FIGURA 23. REDUCCIÓN DE AGUA DE LA PARTIDA SARDINEL BURBUJA	51
FIGURA 24. REDUCCIÓN DE AGUA DE LA PARTIDA VEREDAS.....	53
FIGURA 25. REDUCCIÓN DE AGUA EN PARTIDA CURADO DE CONCRETO.....	54
FIGURA 26. MITIGACIÓN AMBIENTAL (OBRAS Y EDIFICACIONES) EN LA CONSTRUCTORA PALKIA E.I.R.L.....	55
FIGURA 27. REDUCCIÓN DE AGUA PARA MITIGACIÓN AMBIENTAL	56
FIGURA 28. REDUCCIÓN DE AGUA PARA MITIGACIÓN AMBIENTAL EN OBRAS HIDRÁULICAS.....	58

FIGURA 29. REDUCCIÓN DE AGUA EN M³	59
FIGURA 30. REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALES.....	62
FIGURA 31. VOLÚMEN DE AGUA UTILIZADO ORIGINALMENTE EN LA CONSTRUCTORA ..	63
FIGURA 32. VOLÚMEN DE AGUA UTILIZADO DESPUÉS DE APLICAR LA PROPUESTA	63

Resumen

En el Perú el consumo del recurso hídrico del rubro construcción no tiene control, es por ello que se ha convertido en una preocupación latente a nivel mundial. La empresa PALKIA E.I.R.L. dedicada a la prestación de servicios de construcción, anualmente realiza muchos proyectos de gran envergadura, lo que significa que realizan un alto consumo hídrico. El objetivo es estimar la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia y lograr la certificación que ofrece la ANA a toda empresa sin importar el rubro; mediante técnicas de observación y revisión documentaria, se evaluaron dos aspectos, primero se consideró lo del expediente técnico hecho en base a datos de CAPECO y lo que realmente se usa en campo, en los diferentes tipos de obra que ejecuta la constructora como edificaciones, hidráulicas e infraestructura vial. Como conclusión se pudo determinar que la huella hídrica total de todos los procesos de la constructora PALKIA E.I.R.L fue de 2086.03m³ de agua utilizados anualmente. A través de este dato, se aplicaron estrategias de ahorro de agua, como la aplicación de aditivos plastificantes, curador de concreto, cisternas con aspersores e humedales artificiales, se logró reducir la huella hídrica en un 31.05% lo que representa un valor final de 1438.36m³ de agua utilizados anualmente. Haciendo la sumatoria de huella azul, huella verde y huella gris de todos los procesos (constructivos y administrativos) de la constructora PALKIA E.I.R.L se obtuvo un resultado de 2086.03 volúmenes de agua utilizados anualmente.

Palabras claves: Huella hídrica, ecoeficiencia, estimación de agua, volumen.

Abstract

In Peru, the consumption of water resources in the construction sector has no control, which is why it has become a latent concern worldwide. The company PALKIA E.I.R.L. dedicated to the provision of construction services, it has a high consumption of water when carrying out its activities. Consequently, the objective of this research is to evaluate the estimation of the Water Footprint in Processes Developed by the PALKIA E.I.R.L. to Improve Eco-efficiency and achieve the certification offered by the ANA to all companies regardless of category; Through observation techniques and documentary review, two aspects were evaluated, first the technical file made based on CAPECO data was considered and what is actually used in the field, in the different types of work that the construction company executes such as buildings, hydraulic and road infrastructure. As a conclusion, it was possible to determine that the total water footprint of all the processes of the PALKIA E.I.R.L construction company was 2086.03 m³ of water used annually. Knowing this data, sustainable strategies were applied, such as the application of plasticizer additives, concrete curator, cisterns with sprinklers and artificial wetlands, it was possible to reduce the water footprint by 31.05%, which represents a final value of 1438.36 m³ of water used annually.

Keywords: Water footprint, eco-efficiency, water estimation, volume.

I. INTRODUCCIÓN

El consumo del agua hoy en día es una problemática a nivel mundial por la diversidad de usos que se le da en la sociedad y por la falta de compromiso de la población; el agua juega un rol muy importante en el desarrollo de la vida del hombre y de la naturaleza que la rodea, sino tenemos un uso eficiente del recurso hídrico la demanda del agua seguirá siendo más alta que la disponible (ANA 2018).

A nivel mundial el promedio del índice de la Huella Hídrica es de 1.385.000 litros por persona anuales; es decir que cada persona tiene un consumo de agua similar al volumen de media piscina olímpica; el consumo mundial de agua, es distribuido como sigue a continuación, el 70% se destina para actividades de producción agrícola y ganadera; 20% es utilizado en actividades productivas industriales; y el 10%, se usa en actividades domésticas. Según el ranking que clasifica a los países con mayor Huella Hídrica mundial se encuentra el primer puesto el país de Mongolia, con un consumo de 10.000 litros por cada persona diarios; en Nigeria el consumo asciende a 9.600 litros por cada persona de forma diaria; Bolivia, se encuentra en el tercer puesto con 9.500 litros consumidos; Emiratos Árabes Unidos, tiene el índice de 8.600 millones de litros; y Estados Unidos, con 7.800 litros por cada ciudadano de forma diaria. En sexta posición se encuentra Mauritania, con 7.000 litros por habitante al día; seguido de Portugal, con 6.900 litros; y España, con 6.700 litros (RETEMA 2019).

En el Perú, del total de la huella hídrica, cerca del 7% se considera como huella hídrica gris, mientras que el 9% corresponde a la huella hídrica verde y el 84% hace referencia a la huella hídrica azul. La huella hídrica total promedio a nivel nacional en Perú asciende a 6496,04 m³ /ton. Donde el 97.5% del total del agua es salada, mientras que el 2.5% es agua dulce, del cual el 0.5% es disponible para consumo; en el Perú se tiene 1.89% de agua superficial del mundo lo que nos pone en el octavo puesto del ranking mundial, se estima que el hombre en su vida diaria consume al menos 50 L/hab-día. En las actividades de construcción, se desperdicia grandes cantidades de agua y en particular el agua potable, teniendo en cuenta que este recurso es primordial para la supervivencia diaria de los seres humanos, en la ciudad de Arequipa se ha intentado concientizar a la población y con más énfasis ahora que estamos combatiendo con la COVID-19, en tener un uso adecuado en el ámbito cotidiano (ANA 2018).

La Dirección de la Autoridad Administrativa del Agua, destacó los logros de Arequipa en referencia al cuidado ambiental y los recursos hídricos, cuyo objetivo es la promoción y participación de un mayor número de empresas que accedan a la Certificación Azul, tanto en la ciudad como en el ámbito de las cuencas de Arequipa, Moquegua y Tacna que conforman su jurisdicción. Afirman que asumirán el desafío de ser los principales promotores del Certificado Azul en la región Sur (ANA 2018).

El problema del desarrollo de investigación se basó en que la construcción de obras civiles se utiliza de manera indiscriminada el recurso hídrico, por consecuente surge la necesidad de conocer de forma verídica el total de agua que se requiere en cada proceso, así como su calidad por partida y posteriormente analizar la cantidad de agua contaminada o no, que se desperdicia en el proceso constructivo, la finalidad es que el constructor asuma una dirección consciente para minimizar el consumo excesivo del agua en la ejecución de todo el proyecto, es por ello, que la presente investigación realizó una determinación de huella hídrica, con la finalidad de reducir las cantidades consumidas en las principales actividades de infraestructura.

La presente investigación tiene como **problema general**: ¿Cuál es la huella hídrica en los procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L. para mejorar la eco eficiencia, Arequipa 2021? y como **problemas específicos** ¿Cuáles son las principales actividades en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L.?; ¿Cuál es la huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris en las principales actividades desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L.?

La justificación teórica, mediante este trabajo de investigación se permitirá enriquecer los conceptos a cerca de la huella hídrica azul, gris y verde para mejor información de los investigadores del tema. La justificación técnica es que se propondrá una metodología acorde que permitirá desarrollar cada tema de la huella hídrica. La justificación social y económica; el cálculo de Huella Hídrica en la constructora servirá como antecedente para la medición del agua e inducir al personal a colaborar en un uso consciente y así disminuir gastos. Es decir que esta investigación servirá como un precedente para mejorar la rentabilidad en la

empresa a partir de la reducción de gastos excesivos en recursos hídricos. La justificación Ambiental, esta investigación permitirá determinar la huella hídrica de la constructora con la finalidad de demostrar la relación entre consumo, contaminación y desperdicio de agua, con el propósito de comprender realmente la relación entre cifras finales que demuestren el uso excesivo de agua que se da a la hora de ejecutar un proyecto. Esta medida se considera importante ya que abrirá las puertas para obtener el CERTIFICADO AZUL; “certificado que reconoce las buenas prácticas aplicadas por la empresa privada en el uso eficiente del agua y por la responsabilidad social aplicada en la gestión”, lo cual les permitirá destacarse en diferentes aspectos, tales como puntos adicionales en licitaciones de obras, reducción de costos en la ejecución de partidas y sostenibilidad.

Siendo el **objetivo general**: Estimar la huella hídrica de los procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L. para mejorar la ecoeficiencia, Arequipa 2021.; como **objetivos específicos tenemos**: Identificar las principales actividades en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L.; Determinar la huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris las principales actividades desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L.;

Hipótesis General: La estimación de la huella hídrica en procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L permiten mejorar la eco eficiencia. Y como **hipótesis específicas**: las principales actividades en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L mejora la ecoeficiencia Arequipa 2021; La huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris en las principales actividades desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L mejoran la ecoeficiencia, Arequipa 2021

II. MARCO TEÓRICO

Martínez, Ruíz y Morales (2016), tuvieron como objetivo la determinación de la huella hídrica producida por un hato lechero que se encuentra en condiciones agroecológicas del corregimiento de Rozo Municipio de Palmira Valle del Cauca. La realización de la evaluación tomó en consideración la metodología de Chapagain, en cual determina estándares para medir la huella hídrica verde, azul y gris. Para obtener la data de análisis se aplicó una encuesta que permitió obtener la producción de la finca. Como resultado se mostró que se necesita un total de 1,9 m³ de agua para la producción de un litro de leche, la cual se distribuye en el 97,4% para la producción de forraje para los ciclos productivos, lo cual evidencia la necesidad de determinar diferentes propuestas de solución para usar y reusar el agua dentro del sistema productivo ganadero.

Castilla et al. (2018) el propósito de la investigación se enfocó en la presentación de la huella hídrica estimada que es generada en la ciudad de Bogotá para el año 2014. La huella está definida tal como el índice de consumo y del grado de contaminación del agua dulce. Para esta determinación se establece 4 sectores que evalúan el tipo de huella que corresponde al sector industrial, doméstico, residuos sólidos y agrícolas. El enfoque de la metodología es la que propone Hoekstra et al. La huella hídrica total de todos los sectores antes determinados se estima por un total de 9.489,58 millones de m³, siendo el que tiene mayor índice la huella hídrica del sector agrícola con un total de 4.555,14 millones de m³, mientras que en segundo lugar se encuentra el sector doméstico, de residuos e industrial. Se concluye que la huella hídrica no puede ser sostenible, en consecuencia, representa una vulnerabilidad para que los recursos hídricos estén disponibles.

Bueno et al. (2019) el objetivo fue estimar la huella de agua en la zona costera del municipio de San Blas, Nayarit (México), tomando como punto de partida la metodología de la escasez del agua, la cual tiene lugar cada que la demanda se encuentra por encima de los límites del suministro de agua dulce en una zona determinada. Este método toma en cuenta que los índices de estrés hídrico son importantes para un cálculo correcto, concluyendo en que la huella hídrica cuantifica el volumen total de los líquidos que se utilizan por la población está por debajo del promedio a nivel nacional. En consecuencia, el área de estudio se ve

imposibilitada de generar estrés hídrico, debido a que no se ha superado la disponibilidad de la extracción de agua.

Sánchez, Villarreal y Torres (2015), el objetivo fue la cuantificación del consumo total de los recursos hídricos, a fin de lograr la concientización de los pobladores de Palestina, Huila, acerca de la importancia que posee la administración óptima de los recursos, así como su eficiencia. De forma adicional, se esbozó un sistema para captar el agua que permite mitigar la necesidad de todos los habitantes, cuando se encuentren en épocas de sequía, de manera que no sea necesaria la suspensión de actividades económicas debido a los escasos del agua. Según el tipo de huella hídrica se establecieron los valores teóricos e información secundaria que fue obtenido a partir de una entrevista a los cultivadores de Palestina. Los valores obtenidos fueron usados como base informativa para la determinación de las huellas hídricas azul, verde y gris generados en los cultivos de pitahaya amarilla en su fase productiva. El estudio fue realizado a través del uso del software CropWat 8.0, un sistema informático que tiene la capacidad de realizar el cálculo de las necesidades hídricas que cada cultivo requiere, teniendo en cuenta la tierra, el factor climático y datos técnicos del cultivo en cuestión.

Por su parte, Ríos y Otor (2015), en su investigación tuvieron el propósito de la determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017 Comarca Lagunera, México. A través del uso de índices a nivel productivo y de eficiencia es posible desarrollar modelos matemáticos que permitan la estimación de la huella hídrica azul generada por cultivos. Como resultado se muestra el 45% es ocupado por los forrajes, en cuanto a la total superficie agrícola, la cual emplea el 94,7% del agua subterránea, y genera el 33% del Valor Bruto de la Producción agrícola. El índice de productividad a nivel físico fue en promedio 252 L kg⁻¹. En cuanto al resultado de la eficiencia social se evidenció que en promedio se generó 0,048 empleos hm⁻³. Se concluye que, si se toma en cuenta iguales condiciones en los cultivos y en el mercado, se requiere producir una cantidad mínima de 39,02 t/ha a fin de lograr que las operaciones sean viables y se encuentren por encima del punto de equilibrio. Finalmente, la producción del maíz y el sorgo de forraje dentro de la región resultan con una alta eficiencia y productividad a diferencia del resto de cultivos de forraje, donde se tiene una huella hídrica baja.

Otiniano (2020) el propósito de la investigación fue determinar las características generales de la Huella Hídrica, así como los componentes y la metodología para realizar el cálculo del instrumento de gestión. Determina que la huella hídrica se conceptualiza como el indicador que se encarga de medir el volumen del agua destinada para el consumo y que termina siendo contaminada. Los sectores tomados en consideración para la evaluación son el doméstico, industrial, comercial y estatal. Partiendo de estos, se hallan aquellos componentes que conforman a la huella hídrica verde, azul y gris, a través de las fórmulas planteadas por el Manual Estandarizado de la Water Footprint Network. El resultado encontrado de las huellas hídricas fue posible el planteamiento de estrategias que logren una mejora en las políticas hídricas, a fin de lograr que el desarrollo sea sostenible entre la sociedad y el recurso hídrico. En diferentes países como Colombia, India, España, y México es posible verificar la existencia de análisis donde se calcula la huella hídrica enfocada a actividades antrópicas, a fin de establecer las medidas a usar en pro de generar un ahorro en el consumo del agua. De igual forma, en Perú las municipalidades y empresas toman iniciativas en materia del ahorro del consumo hídrico, puesto que es considerado como un problema global, y es posible incorporar distintas políticas de gestión para la conservación y mitigación del consumo excesivo del agua.

Castillo (2017) el propósito de la investigación fue cuantificar y explicar la HH de los consumos directos e indirectos de agua en el campus de la PUCP como institución, a través del análisis de data referente a distintos sectores comerciales de forma anual en el 2014. Se tomó como metodología la propuesta de Water Footprint Network red de organizaciones internacionales que tienen el propósito de colaborar con la resolución de la problemática relacionada con los escasos del agua a nivel mundial. La metodología tiene como resultado la evaluación de la Huella Hídrica, descomponiéndola en 4 fases: determinar los objetivos y alcances, determinar la Huella Hídrica, donde se identifican grandes cantidades de uso y consumo de agua. Siendo el de mayor elevación los volúmenes de recursos hídricos que se calculan para enfrentar la contaminación de los recursos hídricos que son muy grandes, la evaluación de Sostenibilidad, en donde el resultado se analiza e interpreta según las dimensiones de Sostenibilidad. En última o cuarta fase se considera determinar

una serie de recomendaciones enfocadas a la reducción del uso del agua y su respectivo consumo.

Ramírez, Chipana y Echenique (2016) el propósito de este artículo fue exponer el estado del arte de la huella hídrica en el Perú, como un indicador que debe usarse como herramienta imprescindible para lograr una gestión óptima de los recursos hídricos, en especial de ecosistemas que presenten una problemática en cuanto a la escasez hídrica, en contextos de cambios climáticos. Así mismo, es posible mostrar ventajas y posibilidades del desarrollo del indicador antes mencionado.

Billinghamurst (2020) en su tesis “Huella hídrica y optimización del consumo de agua en empresas”. El objetivo fue realizar una investigación a nivel teórico de la importancia mundial y nacional en cuanto a la gestión del agua, demostrando su evidente preocupación y su manifestación e implementación de planes de mitigación en distintas organizaciones, o través de normas o parámetros y políticas que se preocupan por que los recursos hídricos sean manejados de forma adecuada. Posteriormente, se realiza la introducción de los conceptos de la huella hídrica, así como la metodología del cálculo establecida por la Water Footprint Network (WFN) y la norma ISO 14046, tomando en cuenta las características que las diferencian. Así mismo, se considera los riesgos que las empresas deben enfrentar cuando tienen una situación de escasez de agua, así como la importancia de saber cómo actuar de forma responsable frente a situaciones de escases o posibles estrategias relacionadas. Finalmente, se plantean diferentes propuestas de solución que fueron implementadas por 3 empresas del sector agroindustrial, industrial y minero, para lograr optimizar los consumos de agua, se concluye que la sostenibilidad se basa en la circulación constante del agua en todos los procesos, los sistemas automatizados inteligentes de riego, los tratamientos de aguas residuales a través del uso de medios biológicos como plantas y el reaprovechamiento a posteriori; además de implementar distintas estrategias enfocadas a la gestión.

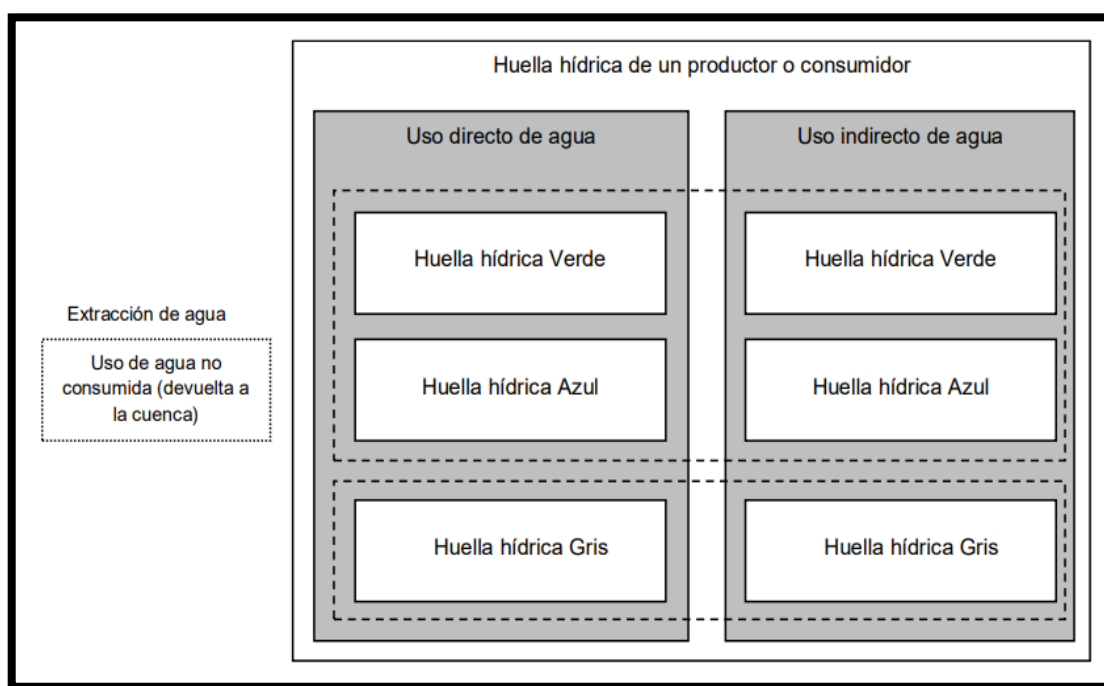
Mallma y Mejía (2015) en su artículo “Huella hídrica de productos agrícolas producidos en la sierra central y comercializados en Lima”, tuvo como objeto la determinación de modelos de obtención de la huella hídrica de aquellos productos agrícolas provenientes de la sierra central del Perú, los cuales son comercializados

en diferentes mercados de Lima, en consecuencia de desarrolla el modelo conceptual para la determinación de los requerimientos de agua de aquellos cultivos que poseen un alto rendimiento y permitieron el establecimiento del contenido de agua de forma virtual de los productos agrícolas expresados en l/kg; teniendo los resultados de HH y la cantidad total de los productos comercializados, se determinó el agua total virtual (AV) que se transfiere a los mercados de Lima, referente a 14 productos considerados en el estudio y de naturaleza agrícola. Los valores obtenidos muestran el volumen de agua virtual que se encuentra entre cada producto, el cual es variable de acuerdo a la cantidad comercializada y están acorde a la producción que está en función al factor climático, demandas de los consumidores y el nivel tecnológico que se emplea en el ciclo de producción. Como resultado se obtiene que, para consumir un kg de papa en Lima, se necesita transferir un total de 300,71 litros de “agua virtual” proveniente de Junín, región donde se lleva a cabo la producción.

En lo teórico tenemos, la huella hídrica se desarrolló hacia el 2002 por Arjen Hoekstra, experto considerado en el tema, proveniente del Instituto UNESCO-IHE, y se enfoca en la cuantificación del total de agua consumido por cada habitante, cada empresa o cada nación, ya sea para emplearla en diferentes actividades, y la que se necesita para la producción de un bien o servicio que el sujeto, industria o nación consume. Como referencia se toma el reporte de la huella hídrica referente a cereales en Argentina: trigo, arroz y maíz con 1300, 3400 y 900 L kg⁻¹, respectivamente (Rendón 2016).

Así mismo, la huella hídrica se considera como el índice de la biofísica que se encarga de medir el total de volumen de agua dulce que se consume por unidad según el estudio a tratar, el cual puede ser una persona, un área geográfica, una nación, un cultivo, etc., siempre que pertenezca a un grupo de indicadores que hayan sido formulados por la economía ecológica. “actualmente, los conceptos de huella hídrica permiten que se desarrolle una serie de enfoques diferentes, acerca de cómo realizar la evaluación y su fin teniendo en cuenta un amplio contexto de la gestión del recurso natural, específicamente del recurso hídrico” (Hoekstra y Mekonnen 2012).

Como se puede observar en la Figura 1, tomando en consideración los tipos de fuentes de agua, es posible definir la huella hídrica en 3 grupos: La Huella hídrica verde, referida al volumen de agua proveniente de lluvias no transformadas en escorrentías, y en consecuencia se almacenan en un estrato permeable a nivel superficial, satisfaciendo las demandas de vegetación; La Huella hídrica azul, referida a los volúmenes de agua tipo dulce, que se extraen de fuentes superficiales o subterráneas, o que se consumen a nivel industrial en la producción de un bien o servicio, a fin de cubrir la demanda del agua no satisfecha; y La Huella hídrica Gris referida al Volumen de agua que se necesita para que el cuerpo receptor reciba el vertido contaminante asociado de la cadena de producción (Ariza y Arevalo 2018).

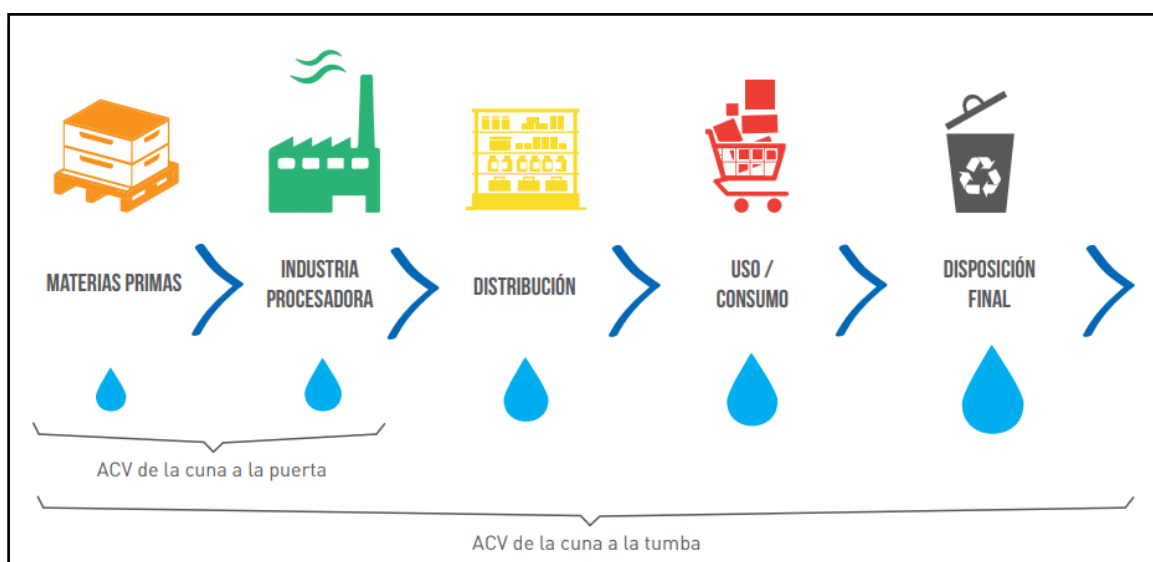


Fuente: Manual de Huella Hídrica (Hoekstra y Mekonnen 2012)

Figura 1. Representación esquemática de los componentes de la Huella Hídrica

La norma ISO 14046 de huella hídrica, aprobada en julio de 2014, se enfoca a nivel metodológico teniendo en cuenta el ACV del producto o servicio, proceso u organización, considerando el uso directo e indirecto del agua involucrada en diferentes procesos pertenecientes a las cadenas de valor respectivas y relacionadas a impactos potenciales. El análisis de huella hídrica permite realizar

una clasificación de la materia prima, la energía y emisión relacionada con el recurso hídrico para los sistemas definidos. Tomando en consideración la normativa, se incluye los aspectos cualitativos y cuantitativos, además de la información base verificada como real. Así mismo, la huella hídrica no es representada en términos de volumen de agua que se consume, y se contamina, si no que involucra una evaluación del impacto que se relaciona con el recurso hídrico (Figura 2), tal cual lo plantea la norma ISO 14046 (Aqualimpia 2016).

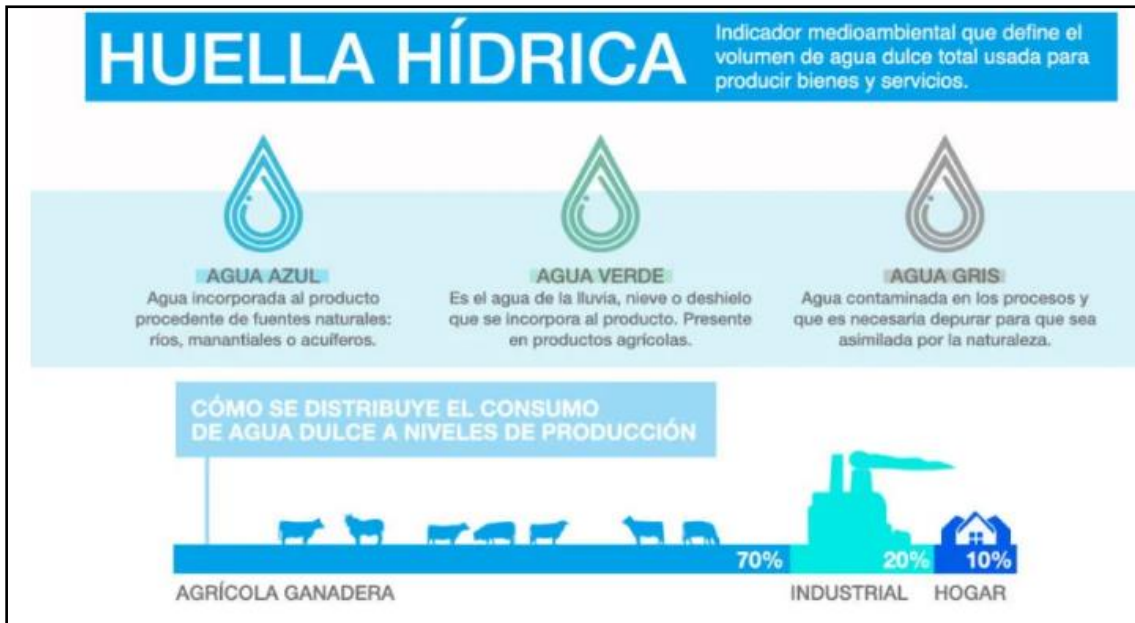


Fuente: (Aqualimpia 2016)

Figura 2. Esquema del enfoque de análisis de ciclo de vida en el cálculo de la huella hídrica

En la Figura 2 nos muestra el uso eficiente del agua involucra que se realice la reducción de las medidas de consumo de agua en cuanto a cantidad utilizada por unidad, en cualquier actividad productiva, a fin de favorecer los mantenimientos y las mejoras en cuanto a la calidad del recurso hídrico (ISO 14046:2015 2015).

El uso eficiente del agua se relaciona de forma estrecha con diferentes conceptos básicos referentes al manejo del recurso ambiental, ya que por lo general es parte de ellos, siendo el concepto más relacionado, la conservación integral del agua (Tate 2014).



Fuente: (ANA, 2018)

Figura 3. Tipos de huella hídrica

La huella de agua es un indicador medioambiental que se utiliza para calcular la cantidad de agua consumida durante el proceso de fabricación de bienes y servicios. Existen diferentes tipos de huella hídrica (Figura 3), en función de la fuente de la que proviene el agua (Fu et al. 2022).

Huella hídrica azul. Es proporcional a la cantidad de agua extraída de las aguas superficiales o subterráneas con el fin de fabricar un producto o proporcionar un servicio liza para la producción de un producto o para la provisión de un servicio (SuizAgua Andina Perú 2015).

Huella hídrica verde. A veces, se utiliza agua de lluvia en el proceso de fabricación. Se determina por la cantidad de agua de lluvia que se absorbe en el proceso de fabricación y no se convierte en aguas residuales (SuizAgua Andina Perú 2015).

Huella hídrica gris. Este tipo de huella de agua indica el grado en que todo el proceso de fabricación y comercialización de un producto contamina el agua dulce. La huella de agua gris es el resultado de calcular la cantidad de agua necesaria para diluir los contaminantes hasta que el agua cumpla con las normas de calidad legales (ANA 2018).

El agua y su gestión del agua son componentes críticos del desarrollo sostenible. Los requisitos de la norma ISO 14046 sirven de base para mejorar la gestión del

agua a escala local y global. El estándar ISO 14046 se desarrolló para armonizar los requisitos del cálculo de la huella hídrica y su impacto en la calidad del agua. La certificación a la norma ISO 14046 se recomienda para todas las organizaciones y organismos gubernamentales interesados en promover el desarrollo sostenible en el ámbito de la gestión del agua (Aqualimpia 2016).

En el ámbito internacional AENOR, como representante español ante los organismos internacionales de normalización, ha participado en la elaboración de la Norma ISO 14046, el primer estándar mundial sobre la Huella de Agua. La ISO 14046 establece los principios, requisitos y directrices para una correcta evaluación de la Huella de Agua de productos, procesos y organizaciones, a partir del análisis de su ciclo de vida (ISO 14044:2006 2006).

El objetivo de obtener la certificación de la huella hídrica es facilitar a las partes interesadas un juicio profesional e independiente acerca de la información y datos aportados respecto a ella y siempre bajo el esquema elegido. AENOR respalda las acciones llevadas a cabo por las organizaciones en materia de cálculo, reducción y compensación en esta materia. Fruto del resultado de la verificación, en caso satisfactorio, la organización obtiene la marca (Figura 4).



Fuente: AENOR, 2018

Figura 4. Certificación de la huella hídrica por la empresa AENOR

La eficiencia en el uso del agua se enfoca a toda disminución o prevención de que el recurso hídrico se pierda, si no que más bien sirva de beneficio para la comunidad. Desde este punto de vista, la eficiencia del uso del agua es de suprema jerarquía en el grado de conservación del ecosistema. De igual forma la conservación plantea alternativas para que las estrategias de eficiencia estén

enfocadas en una mejora social y económica, así como el logro de la reducción del uso del agua por cada unidad estudiada (Baumann, Boland y Sims 1984).

El certificado Azul, es el reconocimiento otorgado por la ANA a usuarios hídricamente responsables que participan en el “Programa Huella Hídrica” y ejecutan con éxito los compromisos asumidos para la medición de su huella hídrica, su reducción y su programa de valor compartido. Desde el año 2015, la Autoridad Nacional del Agua cuenta con el soporte de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y el 2030 WRG para la promoción del Certificado Azul, entidades internacionales que promueven el uso sostenible del recurso hídrico para el desarrollo del Perú.

Las empresas que cuentan con este certificado adquieren ciertos beneficios, tales como: Sostenibilidad del negocio. Competitividad ante el estado (Resolución N° 063-2018-OSCE/PRE). Fortalecimiento de la imagen ante los clientes y proveedores. Reducción de costos operativos por consumo de agua. Afianzamiento de las relaciones con comunidades vecina.

Los pasos para la obtención de esta certificación son: Análisis de Huella Hídrica, Diseño de Proyectos de Reducción y de Valor Compartido, Inscripción en la Autoridad Nacional del Agua (ANA), Ejecución de Proyectos de Reducción y de Valor Compartido, Visitas de Seguimiento y Monitoreo y Obtención del Certificado Azul (ANA 2021).

La ecoeficiencia se origina en la teoría del desarrollo sostenible que se presentó en 1987- abril según la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente, en la Asamblea General de las Naciones Unidas. Siendo los efectos más importantes, los reportes enfocados a “Nuestro Futuro Común”, o denominados como “Reporte Brundtland”, aquí el desarrollo sustentable se entendió como quien se encarga de la satisfacción de las necesidades actuales, sin ejercer un compromiso en la habilidad de que futuras generaciones satisfagan las necesidades de ellos mismos (Hoekstra 2015).

El concepto de eco eficiencia se definió de forma original por Shalteger y Sturm en 1990, definiéndola como la relación existente entre diferentes acciones u operaciones desarrolladas por las empresas, y el logro de un desarrollo sustentable, involucrando tanto al desarrollo ecológico como al desempeño económico. Según

la OCDE definió la eco eficiencia como aquella eficiencia que se usa en el recurso ecológico a fin de lograr una satisfacción de la necesidad humana (Hoekstra 2015).

En consecuencia, se logra el uso eficiente y sostenible del recurso natural, lo cual involucra agua, suelo y biodiversidad, así como energía renovable, lo cual genera menos desperdicio y contaminación y garantiza que estos recursos perduren para las generaciones futuras (Nazmul et al. 2021).

Una empresa es eco eficiente siempre que utilice de eficientemente todo recurso existente, entre ellos la energía, el agua, áreas verdes, biodiversidad, el suelo, entre otros; reduciendo los impactos ambientales de toda actividad, ya sea la acumulación excesiva de residuos, hacinamiento o el incremento de la contaminación. Así mismo, muestra la eco eficiencia cuando se adiciona nuevos valores a los servicios educativos como innovaciones, sostenibilidad o nuevos emprendimientos socio-ambientales. Los aspectos fundamentales de un programa de eco eficiencia involucran tres elementos: la gestión integral de los residuos sólidos, la gestión integrada del agua y la gestión sostenible de la biodiversidad.

Para aplicar un óptimo plan de eco eficiencia debe tenerse en cuenta un racional uso de la energía eléctrica, teniendo en consideración un adecuado aprovechamiento de toda energía limpia o renovable, así como el uso sostenible y a la vez racional de toda materia prima, involucrando producto, bien o servicio que cuente con la certificación ambiental y finalmente una contaminación controlada del recurso hídrico, del suelo, el aire y reducción de contaminación sonora (Agu Limpia 2016).

Los plastificantes son aditivos que permiten reducir la cantidad de agua en un proceso constructivo sin poner en demérito su trabajabilidad debido al fenómeno de dispersión de las partículas de cemento, a diferencia de los concretos comunes en donde se produce la agrupación de los flóculos de cemento lo que conlleva a un mayor uso de agua en el procedimiento constructivo. Las ventajas de utilizar plastificantes son: una menor segregación de los agregados, menor porosidad en el material, una mayor resistencia mecánica en el elemento constructivo, mayor economía al reducir la cantidad de cemento, mayor plasticidad en el material constructivo (mejora en la compactación y colocación) lo que aumenta el rendimiento de los trabajadores

y una disminución en la huella hídrica (Ramos 2003).

Luna (2020), también indica que otra ventaja de los aditivos plastificantes es que estos componentes pueden dispersar, reducir e incluso eliminar las floculas de cemento, dando como resultado que el agua lubrique en toda la mezcla con una menor dosificación. Además, que la disminución del agua utilizada está en función en incremento de la durabilidad del concreto sin aumentar la dosificación de cemento, así como garantizar la reducción de la porosidad de la pasta de cemento y su permeabilidad.

Hermida (2015), señala que el plastificante produce que la pasta de cemento se vuelva más “liquida”, esta fluye más rápido, y por consecuencia, el concreto también lo hace, lo que permite reducir la cantidad de agua del mismo, transformando las características del pegante (denominado también pasta), dando como resultado que a menor cantidad de agua el concreto endurezca de forma eficiente. De igual manera también menciona que existen diferentes denominaciones o clases de aditivos entre los cuales podemos mencionar: Reductores de agua (plastificantes), retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes y superfluidificantes.

Tanto la norma ASTM C 494 y la norma europea EN 934, indican que los plastificantes mencionados en el párrafo anterior exigen que por lo menos las sustancias reduzcan entre un 5 a 10 % de agua, frente a un concreto sin aditivo, logrando la misma trabajabilidad y funcionalidad (Luna 2020).

Hermida (2015), también mencionan que los plastificantes son ideales en los procesos constructivos en las cuales no se quiere alterar el fraguado. Sin embargo, puede haber ciertas implicancias en cuanto al uso, debido que algunos tipos de plastificantes son utilizados de forma limitada en el mercado como por ejemplo el tipo “Reductor de agua”.

Hermida (2015), también indica que existen algunas líneas que están consolidadas en el mercado, caracterizadas por su durabilidad y su fácil aplicación en una situación de servicio como por ejemplo la línea Plastiment TM. Un aditivo que permite la capacidad de reducción de agua en el concreto sin afectar su manejabilidad.

Los aditivos plastificantes tienen un papel resaltante cuando se habla sobre la protección del medio ambiente, ya que ayudan a recargar las capas freáticas superiores del concreto lo que permite que la humedad se filtre a través del concreto y por porosidad se transmite al subsuelo, también por el hecho que el aditivo permita que la edificación sea más durable, este hecho indirectamente atenúa el impacto ambiental de las edificaciones, además de abaratar los costos en la construcción a largo plazo (Mayta 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Este trabajo es de tipo **aplicado**; es decir se enfoca en buscar las soluciones a una situación dada, empleando resultados de estudios anteriores basado en teorías aplicadas a buscar soluciones a una situación que presenta algún problema con la finalidad de obtener un bienestar colectivo o social (Valderrama 2020).

Con un **nivel descriptivo** debido a que se refiere a la caracterización de los hechos, fenómenos, sujetos o grupos, con el propósito de determinar la conducta o forma estructural de los mismos. El resultado de estas investigaciones, se encuentra en niveles medio, referente al grado de profundidad de conocimiento involucrado (Arias 2012).

El estudio tiene un **enfoque cuantitativo**, ya que su proceso de investigación se encuentra fundamentado en medidas numéricas, donde se utiliza la observación de los procedimientos para recolectar los datos necesarios que una vez analizados puedan dar respuesta a la problemática planteada en el estudio. Manejando la recolecta y medición de información para presentar el análisis estadístico o numérico de la población estudiada con la finalidad de realizar a la comprobación de las hipótesis planteadas (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

En esta investigación se analizó las variables en estudio, explicando como la estimación de la huella hídrica en los procesos desarrollados por la constructora permitirá una mejora en la Ecoeficiencia de la empresa.

Diseño de investigación

El diseño de investigación es **no experimental** descriptivo, puesto que realiza sin la manipulación de variables; se trata de observar el fenómeno estudiado tal como se presenta en su forma y contexto normal, y tenerlo en cuenta lo observado para su posterior análisis (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

Asimismo, el diseño de la investigación corresponde a un **corte transversal**, ya que se realiza la recolección de la data necesaria en un solo momento de la investigación con el propósito de realizar una descripción de las variables y realizar el análisis de la correlación e influencia en un momento dado (Behar 2008).

3.2. Variables y Operacionalización

Las variables y sus indicadores para esta investigación, se presentan en el anexo 2, así también se pueden detallar la matriz de operacionalización de las variables.

Variable independiente: “Huella hídrica”

La huella hídrica se conceptualiza como el indicador de corte medioambiental para la definición del total volumen del agua dulce utilizada en la producción de bienes y servicios de consumo habitual. Se considera una variable significativa para la determinación del total de agua que se necesita para fabricar un producto (Rendón 2016).

Variable dependiente: “Eco eficiencia”

La eco eficiencia permite que los recursos sean usados eficientemente, generando que el presupuesto se dé un ahorro significativo, además de causar una incidencia directa en los cuidados medioambientales; adaptabilidad a los cambios climáticos; mejoras del servicio en cuanto a calidad y la competitividad institucional (Pacheco 2018).

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES		INDICADORES	ESCALA DE INDICADORES			
Huella hídrica	La huella hídrica se conceptualiza como el indicador medioambiental para la definición del total volumen del agua dulce que se utiliza para la producción de bienes y servicios de consumo habitual. Se considera una variable significativa para la determinación de la cantidad de agua necesaria para la fabricación de un producto. (Rendón, 2016)	Las empresas se han centrado tradicionalmente en el uso del agua en sus operaciones, pero no en su cadena de suministro. La evaluación de la huella hídrica permite también conocer el uso eficiente del agua, sino también abordar los riesgos asociados en el uso del agua	Principales actividades de la constructora		Uso administrativo	Descripción y Numero de actividades que dan lugar al consumo de agua			
					Uso Operativo	Descripción de proyectos y Numero de actividades que dan lugar al consumo de agua			
					Obras Edificaciones	N° de obras por año en los últimos 5 años			
					Obras Hidráulicas	N° de obras por año en los últimos 5 años			
					Obras infraestructura vial	N° de obras por año en los últimos 5 años			
			Huella hídrica		Azul		Uso administrativo	Volumen de agua potable m ³ /mes (evaluados en función al tiempo de duración de obra)	
							Uso Operativo: Actividades de Obras Edificaciones	Volumen de agua utilizada en los procesos de construcción: m ³ /obra	
							Uso Operativo: Actividades de Obras Hidráulicas	Volumen de agua empleada para evitar el levantamiento de polvo: m ³ /obra	
							Uso Operativo: Actividades de Obras Infraestructura vial	Volumen de agua empleada para evitar el levantamiento de polvo: m ³ /obra	
					Gris		Volumen del efluente en el mes		m ³ /tiempo de duración de obra
							Concentración del contaminante		Masa/Volumen
							Concentración máxima permitida del contaminante del efluente		
			Azul		Superficie de coberturas de áreas verdes		Metros cuadrados de área verde. m ²		
Tipo de cobertura de área verde		Especie vegetativa							

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE INDICADORES
Eco eficiencia	Permite el uso eficiente de los recursos, el cual no solo genera un ahorro significativo de presupuesto, sino que también repercute en: el cuidado del ambiente; la adaptación al cambio climático; la mejora de la calidad del servicio; y, la competitividad institucional. (Pacheco, 2018))	El uso eficiente del agua puede tener beneficios significativos para el medio ambiente, la salud pública y la economía por medio de ayudar a mejorar la calidad del agua, mantener los ecosistemas acuáticos y proteger las fuentes de agua potable. La eficiencia energética se puede definir como el logro de un cierto nivel de producción, con una calidad deseada, usando menos energía, y con la menor afectación ambiental posible	Consumo de agua	H. verde	Volumen de agua utilizada por partidas m ³
				H. azul	Volumen de agua utilizada por partidas m ³
				H. gris	Volumen de agua utilizada por partidas m ³
			Plan de reducción	Aditivos para concreto: plastificantes	Porcentaje (%)
				Humedales artificiales	Porcentaje (%)
				Mitigación ambiental – Uso de sistemas de riego en carretera	Volúmenes de agua (m ³)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población de la investigación son todas las actividades de construcción desarrolladas por la constructora a nivel administrativo y operativo, siempre que permitan calcular el consumo de agua para la huella hídrica total. La población no se encuentra referida solamente a un grupo de personas, ya que también pueden ser objetos, animales, o sucesos que puedan ser medibles. La población es de mucha importancia para un estudio, debido a que es necesaria para la búsqueda de la solución de una problemática planteada y poder de esta manera realizar la verificación de los resultados a través de las variables en estudio (Posada 2016).

Muestra

La muestra para la presente investigación se encuentra constituida por 9 obras significativas que se han realizado en un lapso de 5 años por la empresa PALKIA ERL. Por lo tanto, la muestra es no probabilística debido a que la selección de la misma no está sujeta a las posibilidades, sino a las peculiaridades y especificaciones de la investigación.

Hernández y Mendoza (2018), definen la muestra como aquel subconjunto de la población o universo de estudio, del que se va a recolectar la data para la investigación, la cual deber ser representativa con el objetivo de garantizar la autenticidad de los resultados a nivel global.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

En esta investigación se empleó **la técnica** de la observación directa, se utilizó la revisión documental para la obtención de información relevante de las variables en estudio. La observación es una técnica fundamental en el estudio científico debido a que permite obtener conocimientos reales a través del uso de la vista de manera directa de los fenómenos y objetos en su entorno natural, partiendo de los objetivos planteados de forma previa y usando los medios científicos (Hernández y Mendoza 2018)

Instrumento de recolección de datos

En este estudio se emplearon como instrumentos para recolectar todos los datos requeridos para el desarrollo del estudio en una **ficha de recolección** para las huellas hídricas. (Ver anexo 3)

Un instrumento es el componente que usado por el investigador le permite la recolección y registro de los datos requeridos, entre ellos se pueden considerar las fichas de observación, los cuestionarios de entrevista o encuesta, cronómetros, sismógrafos, analizadores de gases, entre otros dispositivos de medición (Ñaupas et al. 2018).

Los instrumentos como señalan los autores son seleccionados de acuerdo a las variables en estudio, estos pueden ser encuestas o herramientas de medición que una vez utilizados facilitan la realización o desarrollo del estudio al momento del análisis o evaluación estadística de los resultados obtenidos.

La ficha de recolección, es un instrumento que consiste en anotar o escribir de forma calmada, reflexionando y de manera detallada, con la finalidad de obtener completamente todo lo observado de los documentos de la empresa.

Se empleó como instrumento 8 fichas de recolección de datos (Tabla 2) los cuales se mencionan a continuación:

Tabla 2. Fichas de recolección de datos

Ficha 1	Cálculo de agua en el uso administrativo
Ficha 2	Data histórica de proyectos realizados por la constructora
Ficha 3	Cálculo de la huella azul – operativo – obras edificaciones
Ficha 4	Cálculo de la huella azul – operativo – obras hidráulicas
Ficha 5	Cálculo de la huella azul – operativo – obras de infraestructura vial
Ficha 6	Cálculo de la huella gris
Ficha 7	Ficha resumen

Ficha 8	Ficha medida de ecoeficiencia
----------------	-------------------------------

Validez y confiabilidad

La validez y confiabilidad del instrumento del estudio está a cargo de 02 profesores asignados por la Universidad Cesar Vallejo y 01 externo, mediante la metodología del juicio de expertos (Tabla 3). Los datos a utilizar serán suministrados por la empresa, por lo tanto, se consideran confiables.

Tabla 3. Nombres de expertos para validez

ESPECIALISTA	PROFESION	NUMERO DE COLEGIATURA	% DE VALIDACION
Mg. Ing. Fiorella Vanessa Guere Salazar	Ing. Ambiental	131344	87.5 %
Ing. Luis Fermin Holguin Aranda	Ing. Ambiental	111614	85 %
Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico	Ing. Ambiental	237638	90 %
Promedio de validación			87.5%

3.5. Procedimiento

El procedimiento para la estimación de la huella hídrica de la constructora PALKIA E.I.R.L. (Figura 5), se ilustra un diagrama de todo el procedimiento dividido por fases.

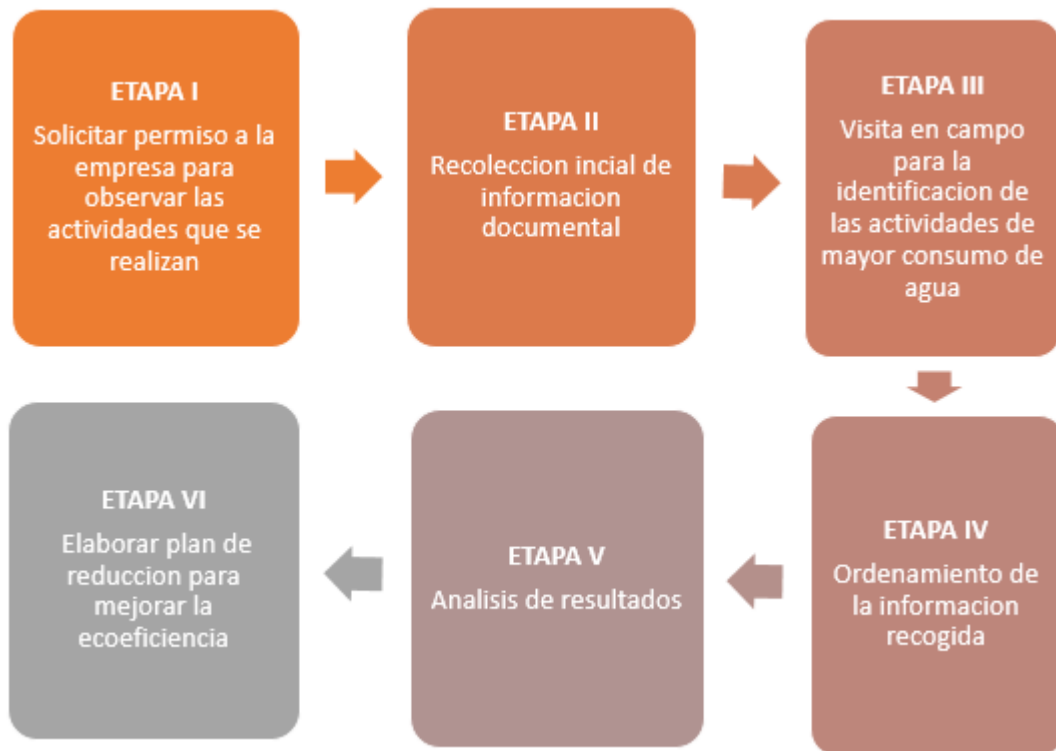


Figura 5. Diagrama para la estimación de la huella hídrica

ETAPA I

- **Solicitar permiso a la empresa para observar las actividades que se realizan:**

Se solicitó permiso por escrito al gerente de la constructora para poder visitar los diferentes proyectos que ejecuta y así calcular la cantidad de agua consumida por sus actividades y estimar la huella hídrica, el cual fue aceptado.

ETAPA II

- **Recolección inicial de información documental:**

Se recolectó toda la información necesaria para estimar la huella hídrica total de la empresa basándose en los registros de la organización relacionados a los gastos o utilización del agua.

En este caso fue los recibos de agua registrados en los últimos 6 meses, los datos correspondientes a los recibos fueron sacados de la pág. de SEDAPAR (<https://ov.sedapar.com.pe/>). (Tabla 4)

Tabla 4. Cantidad de agua en m³ consumidos por mes según recibos en SEDAPAR

Volumen de agua facturada	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
	10	19	30	38	7	24

ETAPA III

- **Visita en campo para la identificación de las actividades de mayor consumo de agua:**

En esta etapa se realizó un diagnóstico de las operaciones desarrolladas en la empresa constructora que tienen un consumo de agua (Figura 6). En base a estos resultados se diseñó un protocolo de seguimiento y verificación de la utilización del agua con el fin de lograr observar detenidamente la huella hídrica y un diseño de propuesta para optimizar su consumo. Por lo tanto, los instrumentos fueron aplicados, informándoles al trabajador que realice su trabajo de manera habitual, para poder observar y anotar la información de exacta del procedimiento productivo realizado en su entorno natural.



Figura 6. Visita en campo

La empresa para la ejecución de sus proyectos presenta los siguientes métodos de trabajo e ineficiencias:

Para la mitigación de sus actividades no cuenta con un sistema de riego aceptable ya que la forma de riego aplicada genera pozos de agua y por ende desperdicio de la misma (Figura 7).



Figura 7. Sistema de Riego Palkia EIRL

En el caso de los curados de partidas de concreto lo hacen por el periodo de 7 días, pero como se aprecia en la imagen lo hacen mediante baldes y en otros casos de forma directa del caño (Figura 8).



Figura 8. Curados Palkia EIRL

También se apreció que las herramientas usadas en este caso como la manguera se encuentra en mal estado y los empalmes que realizan los trabajadores no están en buenas condiciones y se genera fugas de agua (Figura 9).



Figura 9. Herramientas Palkia EIRL

En los vaciados con mezcladora, cuando se manipula el balde con agua genera pérdidas de agua lo que incorpora el consumo de agua por bolsa de cemento preparada (Figura 10).



Figura 10. Mezcladora Palkia EIRL

Los problemas antes mencionados implican significativamente en el consumo de agua por partida ya que incorpora su consumo en un 6% en las siguientes partidas:

- Mitigación de polvo
- Preparación de concreto con mezcladora
- Curado de concreto

Estos problemas empiezan a tener más significancia por que los trabajadores no están concientizados.

ETAPA IV

- **Ordenamiento de la información recogida:**

En esta etapa se ordenó todos los datos adquiridos por tipo de obra recogida producto de la técnica por observación directa utilizando Excel y posteriormente para la evaluación, interpretación y análisis de los datos obtenidos, se hizo uso de SPSS v.25, realizando el análisis de los resultados, mediante tablas y graficas estadísticas.

ETAPA V

- **Análisis de resultados**

Se realizó el análisis de los resultados mediante las siguientes formulas:

Determinación de agua consumida por la constructora:

Huella Azul por Proyecto:

$$\sum ACCR + \sum AMA \quad (1)$$

Dónde:

ACCR= Actividades de concreto de consumo real

AMA = Actividades de Mitigación Ambiental

Huella Azul Anual por Proyecto:

$$\sum \text{huella azul por proyecto} \div \text{número de proyectos ejecutados (5 años)}$$

Huella Hídrica Azul Total:

$$\sum HAA \text{ edificaciones} + \sum HAA \text{ infraestructura} + \sum HAA \text{ hidraulicas}$$

Dónde:

HAA= Huella Azul Anual

Huella Gris Anual:

$$\left(\sum \text{recibos facturados de un semestre} \div 6 \right) \times 12 \text{ meses}$$

Huella Verde Anual:

$$\sum \text{superficies de areas verdes} + \sum \text{agua almacenada de lluvia}$$

Huella Hídrica Total:

$$HHA + HHG + HHV$$

Dónde:

HHA = Huella Hídrica Azul

HHG = Huella Hídrica Gris

HHV = Huella Hídrica Verde

ETAPA VI

- Elaborar plan de reducción para mejorar la ecoeficiencia

De igual manera se diseñó una propuesta de mejora basado en un plan de estrategias para reducir el consumo de agua en el proceso de elaboración de las partidas relacionadas al concreto mediante la utilización de aditivos, en el mercado existen una cantidad amplia de opciones a utilizar, sin embargo, para este estudio se optó por elegir plastificantes. Por último, se desarrolló las comparaciones y análisis estadísticos de los datos recolectados.

Toda la información recolectada se procesó utilizando Excel y SPSS versión 25, subsiguientemente se dio inicio al análisis de la data mediante la estadística con la finalidad de ejecutar la verificación de la hipótesis planteada.

3.6. Método de análisis de datos

Una vez recolectada la data correspondiente para cada variable, se realizó la transcripción de los datos en Excel y SPSS versión 25, subsiguientemente se dio inicio al análisis de la data mediante la estadística con la finalidad de ejecutar la verificación de la hipótesis planteada para observar la significancia entre las variables.

Además, la información recolectada a través de las fichas fue analizada con la estadística descriptiva utilizando para tal fin tablas y gráficos estadísticos mediante el programa Microsoft Excel 2016, que permitió ordenar y clasificar de forma correctos los datos necesarios en relación a las variables a observar en el estudio.

3.7. Aspectos éticos

El estudio fue desarrollado bajo los siguientes conceptos éticos de llevar a cabo los objetivos planificados: confidencialidad, integridad, compromiso y respeto.

Por lo tanto, en la realización de esta investigación con la intención de proteger a las personas que participan, así como garantizar la veracidad de los datos que de ella se produzca se implementó la protección y la confidencialidad de la información obtenida.

El trabajo fue realizado bajo la normativa de ética de la Universidad Cesar Vallejo, que se encuentra basado en la sinceridad y honestidad del investigador. Este trabajo contribuirá a dar un aporte para la mejora de la ecoeficiencia de la empresa a través de disminuir el consumo de agua estudiando la huella hídrica. CODIGO DE ETICA UCV

En la investigación son reconocidos y respetados los autores de referencias y citas, verificando la originalidad del mismo mediante el turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1. Principales actividades en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L para mejorar la ecoeficiencia

4.1.1. Tipos de proyectos

Obras de Edificaciones: son las obras que se construyen de modo artificial en un ambiente específico, necesitan un complejo sistema de planificación, diseño y ejecución, las obras que realizo en los últimos 5 años (Tabla 5) la constructora son:

Tabla 5. Tipo de obra en edificaciones ejecutadas en los últimos 5 años

• Colegio	• 01 en el 2021
-----------	-----------------

Cabe recalcar que la constructora también realizo obras de edificaciones antes del 2017 como son las siguientes:

- Infraestructura de institutos
- Centros de salud
- Centros comunales
- Complejos deportivos

Obras Hidráulicas: conformada por un conjunto de estructuras construidas con el principal objetivo de controlar el agua, cualquiera que sea su origen, con fines de aprovechamiento o de defensa (Tabla 6).

Tabla 6. Tipos de obras en hidráulicas ejecutadas en los últimos 5 años

• Reservorios de riego	• 01 en el 2018
• Canales de riego	• 01 en el 2020

- También realizo las siguientes obras hidráulicas antes del 2017 como:
 - Estanques para riego
 - Encausamientos
 - Defensas rivereñas

Obras de Infraestructura vial: constituye la vía y todos sus soportes que conforman la estructura de las carreteras y caminos. Mantenimiento de carreteras: Actividades rutinarias y periódicas que se ejecutan para que las carreteras se conserven en buenas condiciones de transitabilidad (Tabla 7).

Tabla 7. Tipos de obras de infraestructura vial ejecutadas en los últimos 5 años.

• Sistemas de drenaje	• 02 en el 2017
	• 01 en el 2018
• Transitabilidad vehicular y peatonal con pavimento rígido con piedra laja o pavimento flexible, adoquín, pavimento articulado.	• 01 en el 2019
	• 01 en el 2021
• Muros de contención	• 01 en el 2019

- Carreteras
- Caminos vecinales
- Obras viales de cunetas



Figura 11. Tipos de obras

En la visita que se dio en campo (Figura 7) las actividades con mayor consumo de agua en los diferentes tipos de proyectos que ejecuta la

constructora son: concreto simple, concreto armado, curado de concreto, mitigación ambiental, arquitectura. Se llenaron las fichas de recolección de datos con la cantidad de consumo por partida.

4.2. Determinación de la huella hídrica

4.2.1. Huella hídrica azul

Para la reducción de la huella azul (HA) en la empresa constructora PALKIA E.I.R.L, se utilizó como referencia la norma ISO 14044 – Gestión ambiental (2006) y la ISO 14046 (2015) – Huella hídrica, principios, requisitos y guías, en donde se establece que, para reducir una huella hídrica, lo primero es identificar el tipo y calidad de los datos, en donde para esta investigación se utilizó la clase “datos primarios”. Según la norma ISO 14044 (2015) los datos primarios son “valores cuantificados de un proceso unitario o de una actividad obtenida de una medición directa, o de cálculos con base en mediciones directas de su fuente original”.

Tabla 8. Huella hídrica azul de la empresa (promedio anual)

Tipos de proyectos	Promedio Huella Azul Anual	Huella Azul (propuesto)	Reducción de la Huella Azul	%
Obras de Edificaciones	295,518	181,342	114,176	7,25%
Obras Hidráulicas	184,044	99,552	84,492	5,36%
Obras de Infraestructura Vial	1095,864	603,564	492,3	31,25%
Total	1575,426	884,458	690,968	43,86%

En la Tabla 8 se puede observar el promedio de consumo de agua anual de la empresa de acuerdo a los tipos de obra desarrolladas, donde se destaca que el 1095,864 m³ del consumo total anual de 1575,426 m³ se realiza en la realización de las obras de infraestructura vial. De acuerdo a toda la información recolectada se presentó un plan de mejora basado en el uso de plastificante para la preparación del concreto, estimando

una reducción en el consumo o de la huella hídrica azul de la empresa en un 43,86% anual.

A continuación, se presentan el consumo detallado para cada una de las actividades desarrolladas en la obra.

4.2.1.1. Huella azul en una situación real en partidas de concreto

Anteriormente se explicó mediante un análisis de la información otorgada por la constructora PALKIA E.I.R.L que, aplicando un aditivo plastificante y curador de concreto a los procesos constructivos con concreto, el consumo total puede reducirse en un 9.83%, sin embargo, el consumo de agua en un proceso constructivo real siempre es mayor debido a factores humanos, estado del equipo, o fallas en el suministro de agua debido a ello, se realizará un cálculo del total de volúmenes de agua consumido en un contexto real (Figura 29) a cada partida que incluya el uso del concreto.

A. Obras de edificaciones

- **Partida: Concreto simple**

En la Tabla 9 se observa la cantidad de volúmenes de agua que se utiliza actualmente en el tipo de obra de edificaciones, muestra que originalmente en el proyecto se gasta un total de 59.55 m³ de agua azul por proyecto

Tabla 9. Estimación de huella hídrica en obras de concreto simple (REAL)

Obras de concreto simple	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Cimientos corridos 1:10	148.80	m ³	0.1723	25.64
Dado de concreto F'c=175 kg/cm ²	22.56	m ³	0.2336	5.27
Solados para zapata de 2" 1:12	12.68	m ³	0.1723	2.18
Sobrecimientos 1:8	66.27	m ³	0.1723	11.42
Falso piso 1:8 E=4"	87.28	m ³	0.1723	15.04
Total				59.55

Tabla 10. Estimación de huella hídrica en obras de concreto simple con plastificante

Obras de concreto simple	Cantidad	Unidad	V. agua por partida + plastificante	Agua azul por proyecto
Cimientos corridos 1:10	148.80	m ³	0.1551	23.08
Dado de concreto F'c=175 kg/cm²	22.56	m ³	0.2102	4.74
Solados para zapata de 2'' 1:12	12.68	m ³	0.1551	1.97
Sobrecimientos 1:8	66.27	m ³	0.1551	10.28
Falso piso 1:8 E=4''	87.28	m ³	0.1551	13.54
Total				53.61

La Tabla 10 muestra que aplicando plastificante a las partidas de concreto simple se gasta un total de 53.61 m³ de agua azul por proyecto. Reduciéndose un total de 5.94 m³ de agua (Figura 9 y 10) en la partida "Obras de concreto simple".

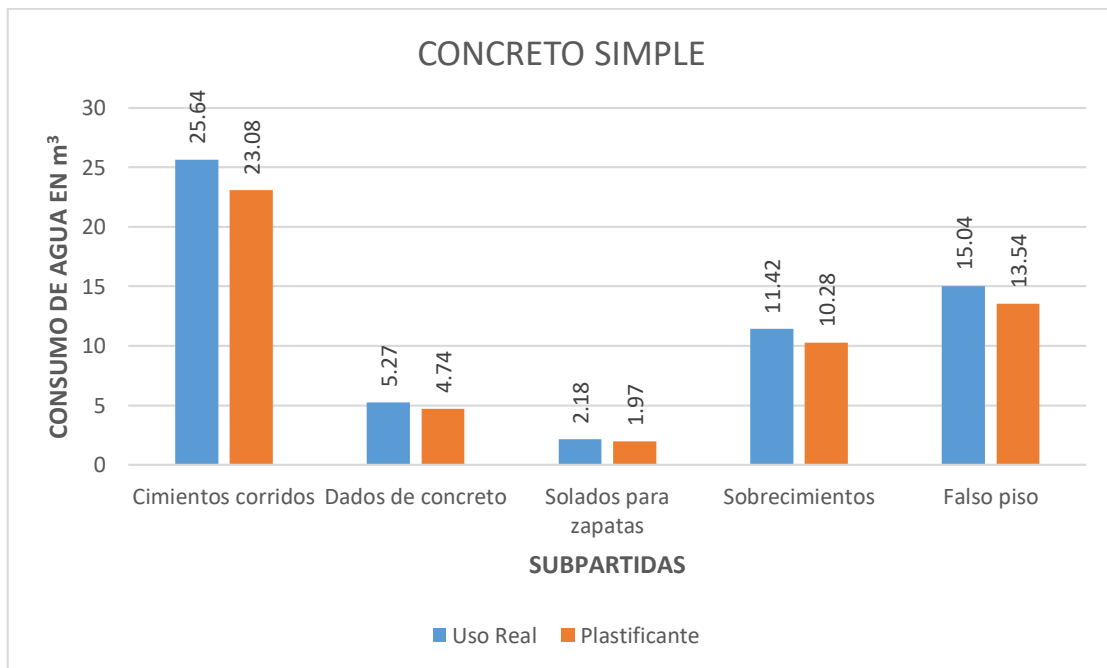


Figura 12. Comparación consumo de agua - Partida concreto simple

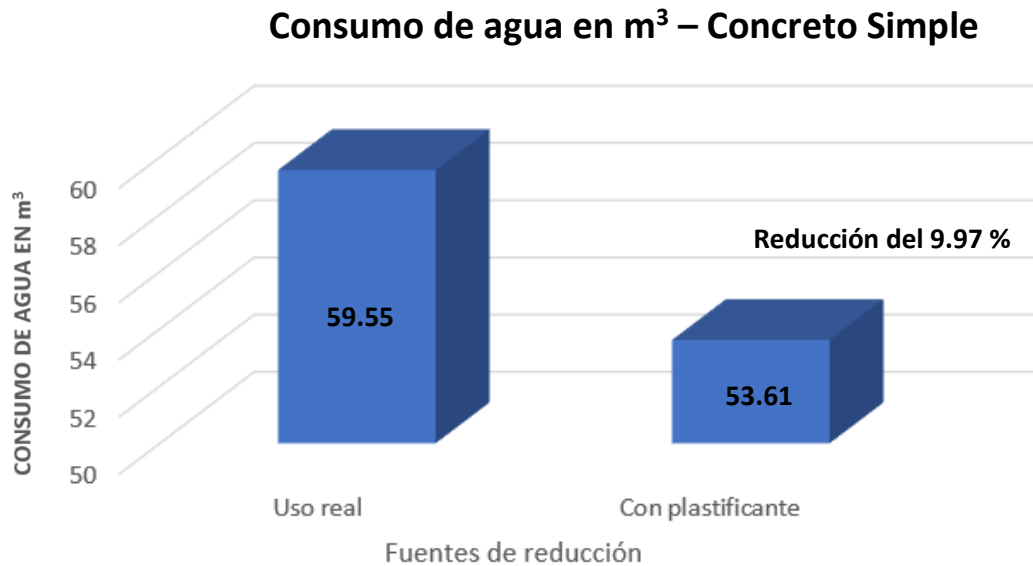


Figura 13. Comparación de consumo de agua aplicando estrategias de reducción

- **Partida: Concreto armado**

Para la partida “concreto armado” se utilizó el mismo principio metodológico utilizado en la partida obras de concreto simple. Las subpartidas que conforman esta partida son: zapata F'c= 210 kg/cm², vigas de cimentación F'c= 210 kg/cm², columnas F'c= 210 kg/cm², vigas F'c= 210 kg/cm², cisterna F'c= 210 kg/cm², tanque elevado F'c= 210 kg/cm² y muro de contención F'c= 175 kg/cm².

En la Tabla 11 se muestra el volumen de agua consumido originalmente por subpartida en la partida general “concreto armado” en donde el volumen total de agua consumida por proyecto es de 109.34.

Tabla 11. Estimación de huella hídrica en obras de concreto armado (REAL)

Concreto armado	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Zapata F'c= 210 kg/cm ²	126.09	m ³	0.2340	29.51
Vigas de cimentación F'c= 210 kg/cm ²	28.69	m ³	0.2340	6.71
Columnas F'c= 210 kg/cm ²	74.08	m ³	0.2340	17.33
Vigas F'c= 210 kg/cm ²	120.29	m ³	0.2340	28.15
Cisterna F'c= 210 kg/cm ²	3.29	m ³	0.2340	0.77
Tanque elevado F'c= 210 kg/cm ²	3.00	m ³	0.2340	0.70
Muro de contención F'c= 175 kg/cm ²	112.03	m ³	0.2336	26.17
Total				109.34

En la Tabla 12 se muestra el volumen de agua consumido en la partida “concreto armado” aplicando plastificante a cada subpartida, dando como resultado que el volumen total de agua consumida por proyecto sea de 98.40.

Tabla 12. Estimación de huella hídrica en obras de concreto armado más plastificante

Concreto armado	Cantidad	Unidad	V. agua por partida + plastificante	Agua azul por proyecto
Zapata F'c= 210 kg/cm ²	126.09	m ³	0.2106	26.55
Vigas de cimentación F'c= 210 kg/cm ²	28.69	m ³	0.2106	6.04
Columnas F'c= 210 kg/cm ²	74.08	m ³	0.2106	15.60
Vigas F'c= 210 kg/cm ²	120.29	m ³	0.2106	25.33
Cisterna F'c= 210 kg/cm ²	3.29	m ³	0.2106	0.69
Tanque elevado F'c= 210 kg/cm ²	3.00	m ³	0.2106	0.63
Muro de contención F'c= 175 kg/cm ²	112.03	m ³	0.2103	23.56
Total				98.40

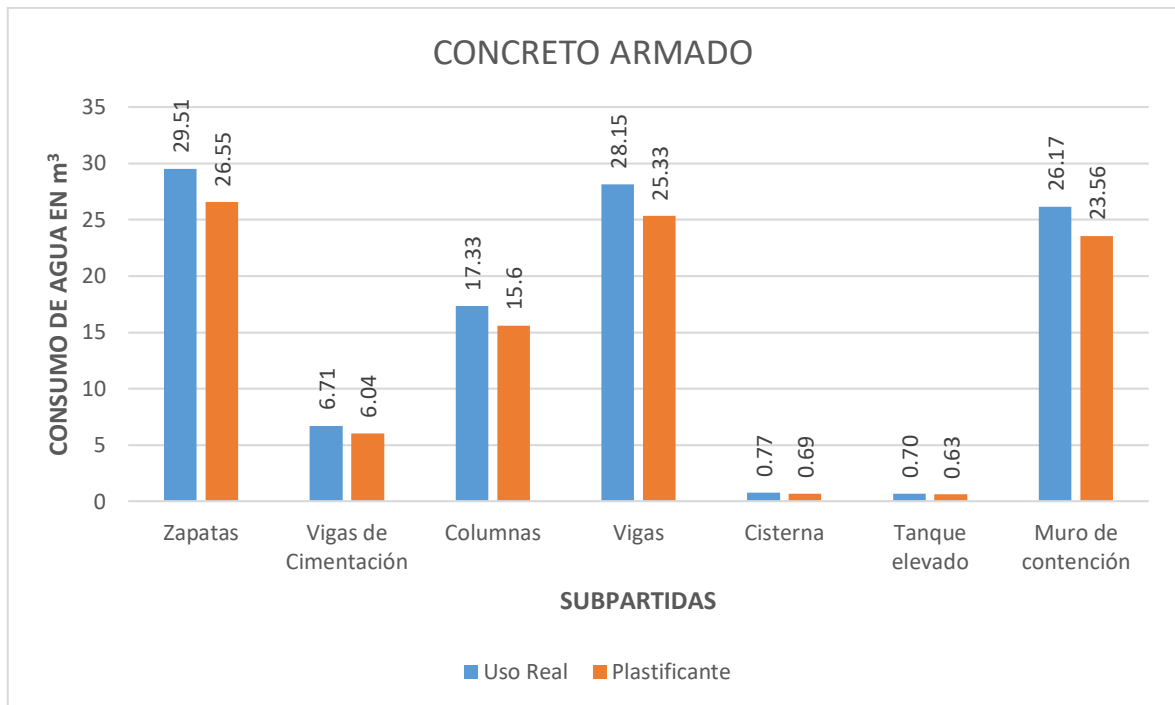


Figura 14. Comparación consumo de agua - Partida concreto armado

Si se compara ambos resultados (Figura 11), se obtiene que se redujo el consumo en 10.94 m³ de agua (Figura 12) para la partida “concreto armado”.

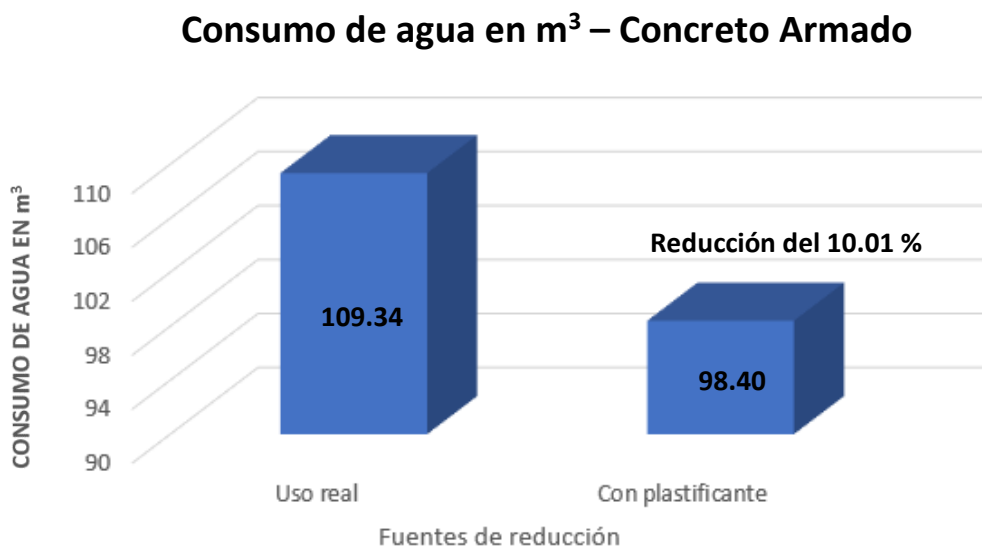


Figura 15. Reducción de agua de la partida concreto armado con plastificante

- **Partida: Arquitectura**

Para la partida “arquitectura” se utilizó el mismo principio metodológico

utilizado en las partidas anteriores, este método solo se aplicará a todas las subpartidas que incluyan concreto en su procedimiento de cálculo. Las subpartidas seleccionadas son: Vereda concreto 4" F'c= 175 kg/cm² y plataforma de concreto de 6" F'c= 175 kg/cm².

En la Tabla 13 se muestra el volumen de agua consumido por subpartida en la partida "arquitectura" en donde el volumen total de agua consumida por proyecto es de 94.19.

Tabla 13. Estimación de huella hídrica en la partida arquitectura (REAL)

Arquitectura	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Vereda concreto 4" F'c= 175 kg/cm ²	108.99	m ³	0.2336	25.46
Plataforma de concreto de 6" F'c= 175 kg/cm ²	294.23	m ³	0.2336	68.73
Total				94.19

En la Tabla 14 se muestra el volumen de agua consumido en la partida "arquitectura" aplicando plastificante a cada subpartida, dando como resultado que el volumen total de agua consumida por proyecto sea de 84.76.

Tabla 14. Estimación de huella hídrica en la partida arquitectura con plastificante

Arquitectura	Cantidad	Unidad	V. agua por partida + plastificante	Agua azul por proyecto
Vereda concreto 4" F'c= 175 kg/cm ²	108.99	m ³	0.2102	22.91
Plataforma de concreto de 6" F'c= 175 kg/cm ²	294.23	m ³	0.2102	61.85
Total				84.76

Si se compara ambos resultados anteriores (Tabla 13 y 14), se obtiene que se redujo el consumo en 9.43 volúmenes de agua para la partida "arquitectura".

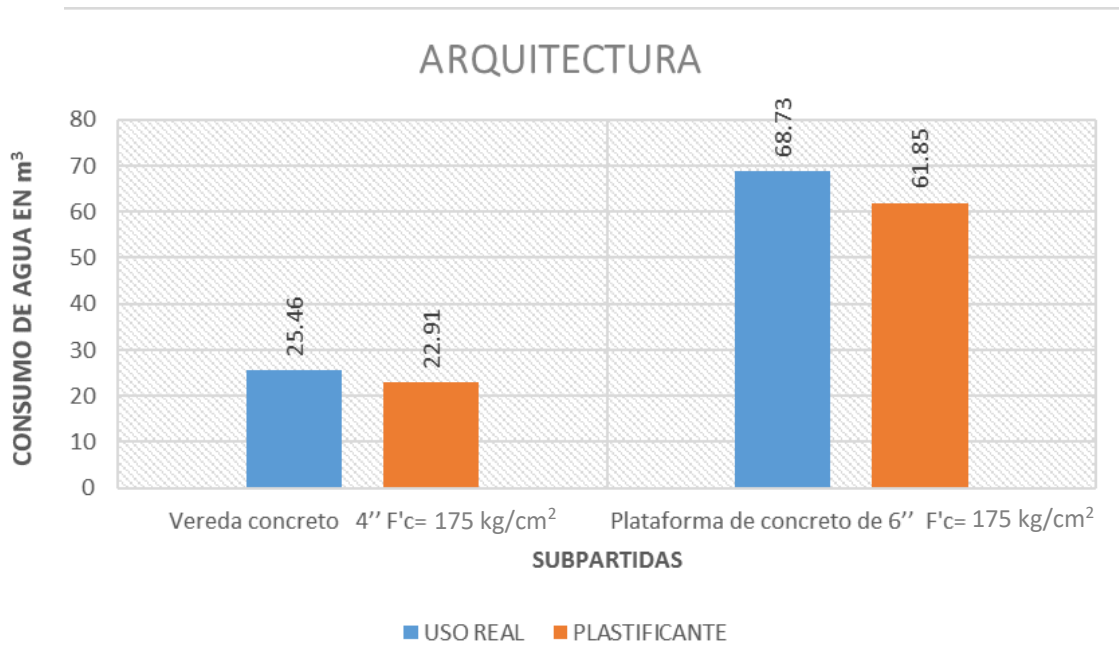


Figura 16. Comparación consumo de agua - Partida arquitectura

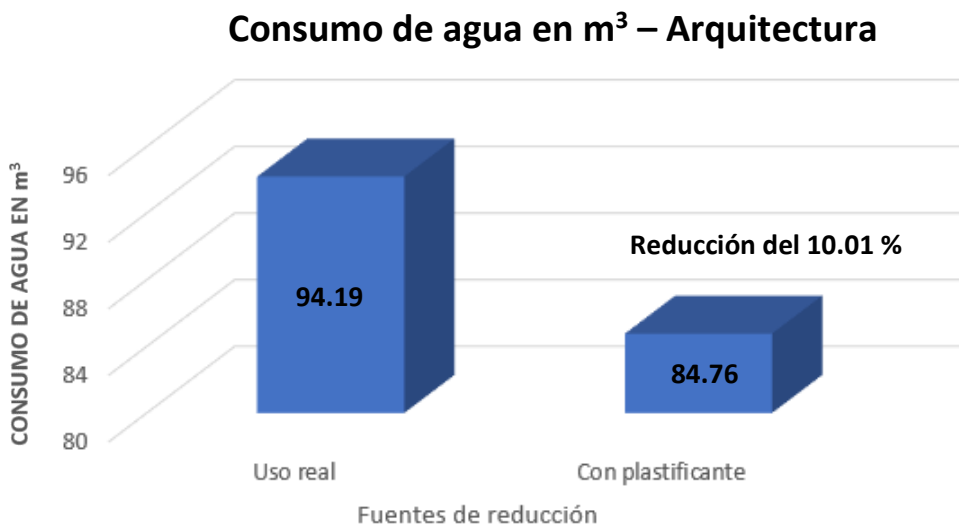


Figura 17. Reducción de agua de la partida arquitectura con plastificante

- **Partida: Cancha de césped sintético**

Para la partida “cancha césped sintético” se utilizó el mismo principio metodológico utilizado en las partidas anteriores, este método solo se aplicará a todas las subpartidas que incluyan concreto en su procedimiento de cálculo. Las subpartidas seleccionadas son: Concreto sardinel y dado F’c= 175 kg/cm².

En la Tabla 15 se muestra el volumen de agua consumido por

subpartida en la partida “cancha césped sintético” en donde el volumen total de agua consumida es de 3.87.

Tabla 15. Estimación de huella hídrica en la partida césped sintético (REAL)

Cancha césped sintético	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Concreto sardinel y dado F’c= 175 kg/cm²	16.58	m ³	0.2336	3.87

En la Tabla 16 se muestra el volumen de agua consumido en la partida “cancha césped sintético” aplicando plastificante a cada subpartida, dando como resultado que el volumen total de agua consumida por proyecto sea de 3.48.

Tabla 16. Estimación de huella hídrica en la partida césped sintético con plastificante

Cancha césped sintético	Cantidad	Unidad	V. agua por partida + plastificante	Agua azul por proyecto
Concreto sardinel y dado F’c= 175 kg/cm²	16.58	m ³	0.2102	3.48

Si se compara ambos resultados anteriores, se obtiene que se redujo el consumo en 0.39 volúmenes de agua (Tabla 15) para la partida “cancha césped sintético”.

Consumo de agua en m³ – Césped sintético

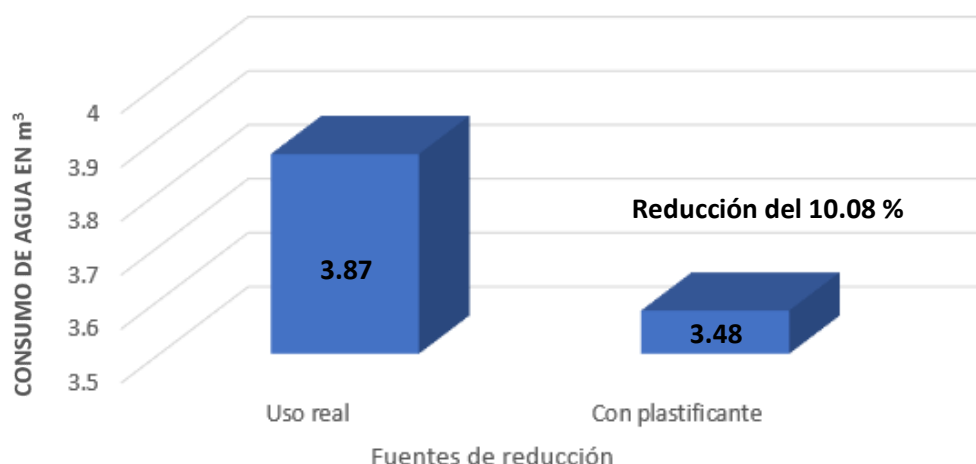


Figura 18. Reducción de agua de la partida césped sintético con plastificante

- **Partida: Curado de concreto**

En la Tabla 17 muestra la cantidad de volúmenes de agua que se usa por curado de concreto para que endurezca, ya que el cemento requiere de cierta cantidad de agua para hidratarse, al ser una partida importante en el proceso constructivo y por la cantidad de partidas de concreto que se tiene.

Tabla 17. Estimación de huella hídrica en la partida curado de concreto (REAL)

Curado de concreto	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Curado	6654.31	m ²	0.0091	60.55
	1685.68	m ³	0.0497	83.78
Total				144.33

La anterior Tabla 17 muestra que originalmente en el proyecto se gasta un total de 144.33 m³ de agua azul en la partida curado de concreto. Según bibliografía, sabemos que al usar curador MEMBRANIL VISTA reduce al 100% la cantidad de agua, para esta partida después de la aplicación del curador se tendrá 0 m³ como consumo de agua para

ejecutar dicha partida.

Tabla 18. Estimación de huella hídrica en la partida curado de concreto con curador Membranil Vista

Curado de concreto	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Curado	6654	m ²	0.0000	0.0000
	1685	m ³	0.0000	0.0000
Total				0.0000

La Tabla 18 muestra la reducción práctica en el consumo de volumen de agua. Aplicando una reducción del 100 % en los volúmenes de agua por partida.

Consumo de agua en m³ – Curado de concreto

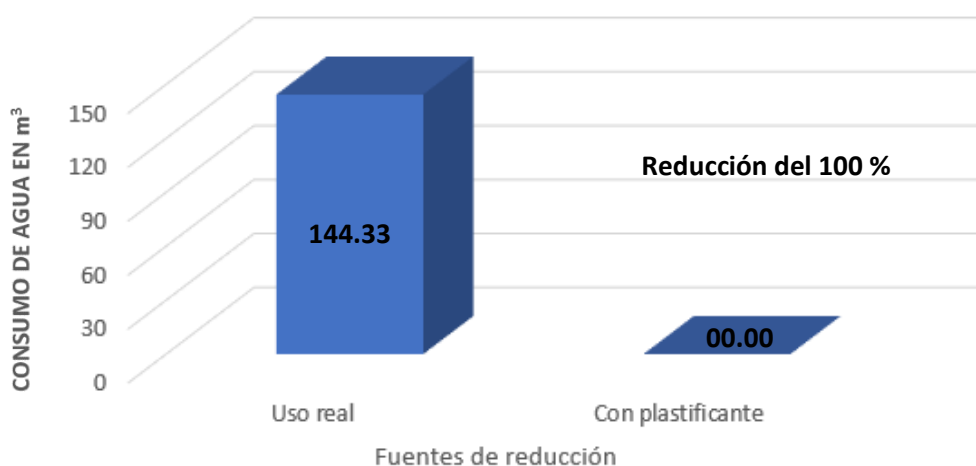


Figura 19. Reducción de agua aplicando curado Membranil

Si se compara ambos resultados anteriores, se obtiene que se redujo el consumo a 144.33 m³ de agua (Tabla 17) para la partida “curado de concreto”.

Haciendo una sumatoria de todas las subpartidas a las cuales se aplicaron aditivos tipo plastificante se obtuvo que se pudo reducir en 171.03 volúmenes de agua por proyecto de un total de 411.29 m³ utilizados originalmente. En porcentaje, esto representa una reducción del 41.58 % del volumen total de agua utilizado en el proceso obras de

edificaciones sin contar mitigación ambiental.

B. Obras hidráulicas

• Obras de concreto simple y de arte

En la Tabla 19 se muestra el volumen de agua consumido por subpartida en la partida “obras de concreto simple y de arte” en donde el volumen total de agua real en obra consumida es de 48.97.

Tabla 19. Estimación de huella hídrica en la partida concreto simple y de arte (REAL)

Obras concreto simple y de arte	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Solado 7 1:8 E=4” F’c= 175 kg/cm ²	144.50	m ³	0.2034	29.39
Concreto estructural F’c= 210 kg/cm ²	77.84	m ³	0.2422	18.85
Solaqueo muros interiores de canal E=3mm	321.45	m ³	0.0016	0.51
Acabado de piso de canal mortero 1:2 E=1cm	135.96	m ³	0.0016	0.22
Total				48.97

En la Tabla 20 se muestra el volumen de agua consumido en la partida “obras de concreto simple y de arte” aplicando plastificante a cada subpartida, dando como resultado que el volumen total de agua consumida por proyecto sea de 44.07.

Tabla 20. Estimación de huella hídrica en concreto simple y de arte más plastificante

Obras concreto simple y de arte	Cantidad	Unidad	V. agua por partida + plastificante	Agua azul por proyecto
Solado 7 1:8 E=4” F’c= 175 kg/cm ²	144.50	m ³	0.1831	26.46
Concreto estructural F’c= 210 kg/cm ²	77.84	m ³	0.2180	16.97
Solaqueo muros interiores de canal E=3mm	321.45	m ³	0.0014	0.45
Acabado de piso de canal mortero 1:2 E=1cm	135.96	m ³	0.0014	0.19
Total				44.07

Si se compara ambos resultados anteriores (Tabla 19 y 20), se obtiene que se redujo el consumo en 4.9 m³ de agua para la partida “obras de concreto simple y de arte”.

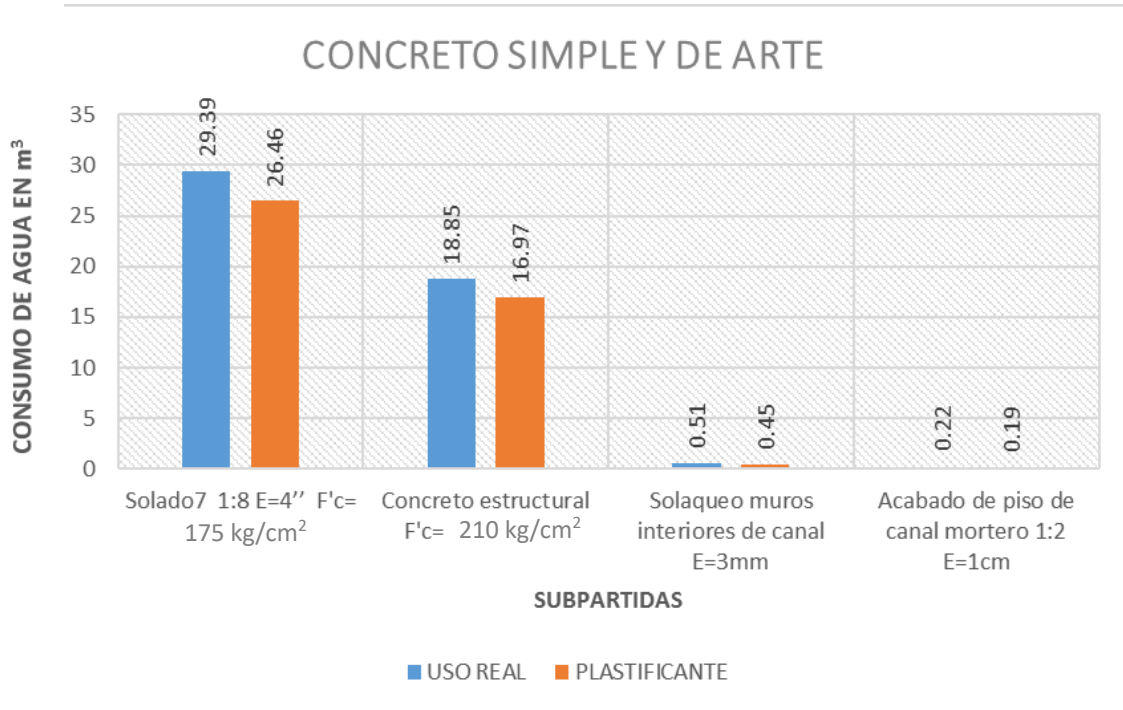


Figura 20. Comparación consumo de agua - Partida concreto simple y de arte

Consumo de agua en m³ – Curado de concreto simple y de arte

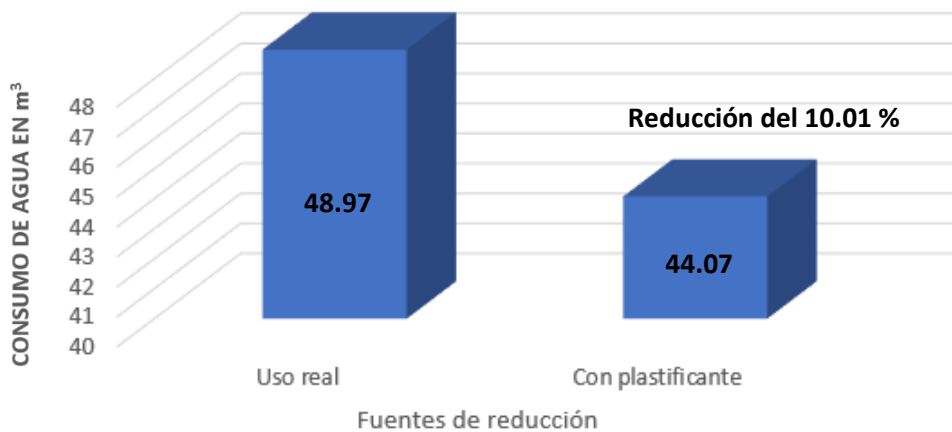


Figura 21. Reducción de agua de la partida concreto simple y de arte

- **Partida: Curado de concreto**

La Tabla 21 muestra la cantidad de volúmenes de agua que se gasta por curado de concreto en el proceso constructivo en obras hidráulicas.

Tabla 21. Estimación de huella hídrica en la partida curado de concreto

Curado de concreto	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
	601.91	m ²	0.0091	5.48
Curado	77.84	m ³	0.0497	3.87
Total				9.35

La anterior Tabla 21 muestra que originalmente en el proyecto se gasta un total de 9.35 m³ de agua azul en la partida curado de concreto. Según bibliografía, sabemos que al usar curador MEMBRANIL VISTA reduce al 100% la cantidad de agua. La siguiente tabla 22 muestra la reducción práctica en el consumo de volumen de agua.

Tabla 22. Estimación de huella hídrica en la partida curado de concreto con curador Membranil Vista

Curado de concreto	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
	601.91	m ²	0.0000	0.0000
Curado	77.84	m ³	0.0000	0.0000
Total				0.0000

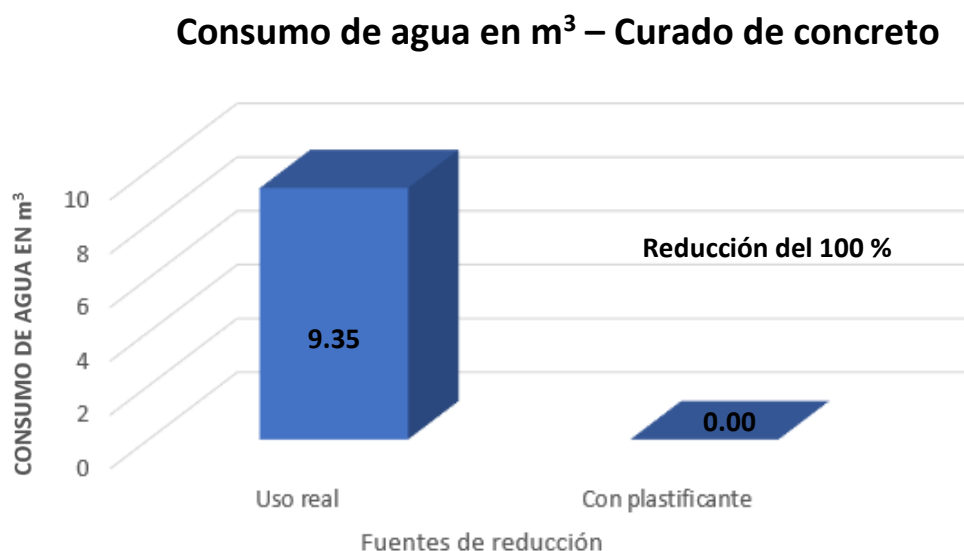


Figura 22. Reducción de agua aplicando curado Membranil en Obras Hidráulicas

Si se compara ambos resultados anteriores, se obtiene que se redujo el consumo en 9.35 m³ de agua (Tabla 21) para la partida “curado de concreto”.

Haciendo una sumatoria de todas las subpartidas a las cuales se aplicaron aditivos tipo plastificante y el curador de concreto se obtuvo que se pudo reducir en 14.25 m³ de agua por proyecto de un total de 58.32 m³ utilizados originalmente. En porcentaje, esto representa una reducción del 24.43% del volumen total de agua utilizado en el proceso obras hidráulicas sin considerar la partida de mitigación ambiental.

C. Infraestructura vial

- **Partida: Sardinel burbuja**

En la Tabla 23 se muestra el volumen de agua en una situación real consumido por subpartida en la partida “sardinel burbuja” en donde el volumen total de agua consumida es de 8.11.

Tabla 23. Estimación de huella hídrica en la partida sardinel burbuja

Sardinel burbuja	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Concreto F'c= 175 kg/cm ²	32.45	m ³	0.2498	8.11
Total				8.11

En la Tabla 24 se muestra el volumen de agua consumido en la partida “sardinel burbuja” aplicando plastificante a cada subpartida que utilice concreto, dando como resultado que el volumen total de agua consumida por proyecto sea de 7.29.

Tabla 24. Estimación de huella hídrica en la partida sardinel burbuja más plastificante

Sardinel burbuja	Cantidad	Unidad	V. agua por partida + plastificante	Agua azul por proyecto
Concreto F'c= 175 kg/cm ²	32.45	m ³	0.2248	7.29
Total				7.29

Si se compara ambos resultados anteriores (Tabla 23 y 24), se obtiene que se redujo el consumo en 0.82 volúmenes de agua para la partida “obras de concreto simple y de arte”.

Consumo de agua en m³ – Sardinel burbuja

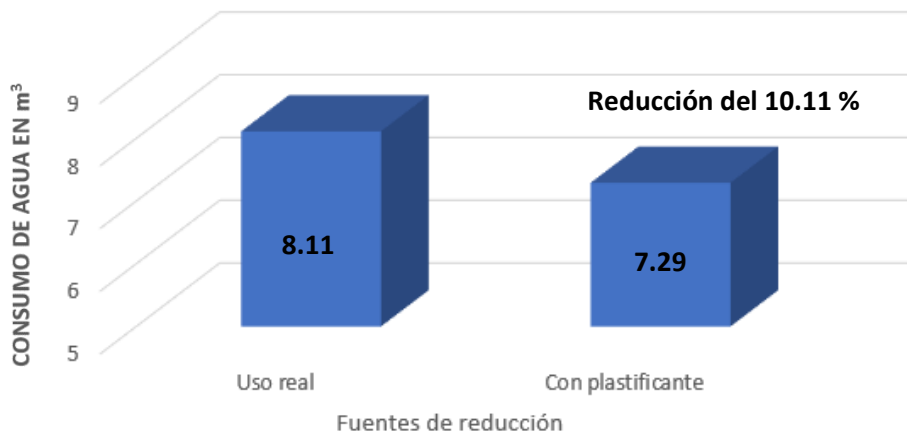


Figura 23. Reducción de agua de la partida sardinel burbuja

- **Partida: Veredas**

En la Tabla 25 se muestra el volumen de agua consumido por subpartida en la partida “veredas” en donde el volumen total de agua consumida en los procedimientos constructivos que incluyen concreto es de 3.6.

Tabla 25. Estimación de huella hídrica en la partida veredas

Veredas	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Concreto F'c= 175 kg/cm²	14.40	m ³	0.2498	3.60
Total				3.60

En la Tabla 26 se muestra el volumen de agua consumido en la partida “veredas” aplicando plastificante a cada subpartida que utilice concreto, dando como resultado que el volumen total de agua consumida por proyecto sea de 3.24.

Tabla 26. Estimación de huella hídrica en la partida veredas más plastificantes

Veredas	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Concreto F'c= 175 kg/cm²	14.40	m ³	0.2248	3.24
Total				3.24

Si se compara ambos resultados anteriores (Tabla 25 y 26), se obtiene que se redujo el consumo en 0.36 m³ de agua para la partida “veredas”.

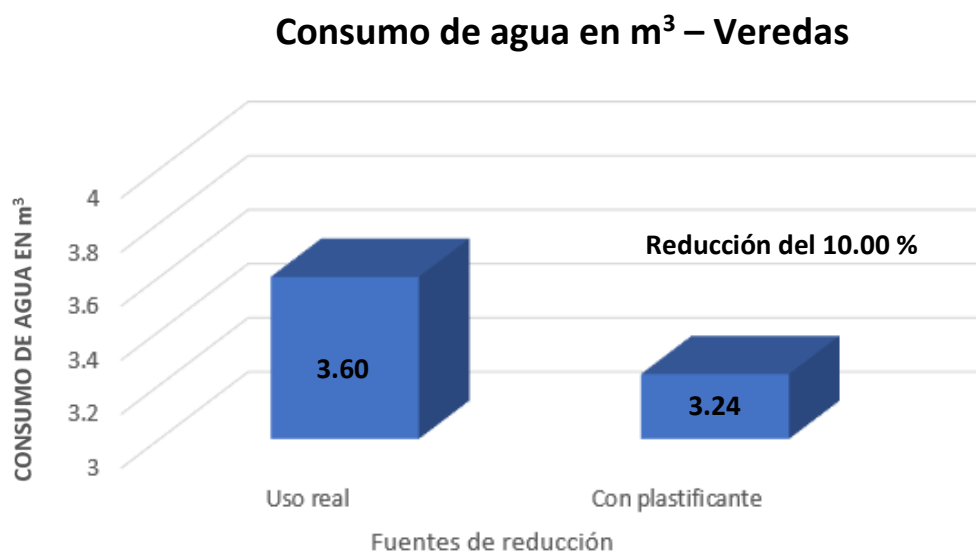


Figura 24. Reducción de agua de la partida veredas

- **Partida: Curado de concreto**

La Tabla 27 muestra la cantidad de volúmenes de agua que se gasta por curado de concreto durante el proceso constructivo en obras de infraestructura vial.

Tabla 27. Estimación de huella hídrica en la partida curado de concreto

Curado de concreto	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Curado	32.45	m ³	0.0091	0.30
	14.40	m ³	0.0497	0.72
Total				1.02

La anterior Tabla 27 muestra que originalmente en el proyecto se gasta un total de 1.02 m³ de agua azul en la partida curado de concreto. Según bibliografía, sabemos que al usar curador MEMBRANIL VISTA reduce al 100% la cantidad de agua. En la Tabla 28, se muestra la reducción práctica en el consumo de volumen de agua.

Tabla 28. Estimación de huella hídrica en la partida curado de concreto con curador Membranil Vista

Curado de concreto	Cantidad	Unidad	V. agua por partida	Agua azul por proyecto
Curado	32.45	m ²	0.0000	0.0000
	14.40	m ³	0.0000	0.0000
Total				0.0000

Consumo de agua en m³ – Curado de Concreto

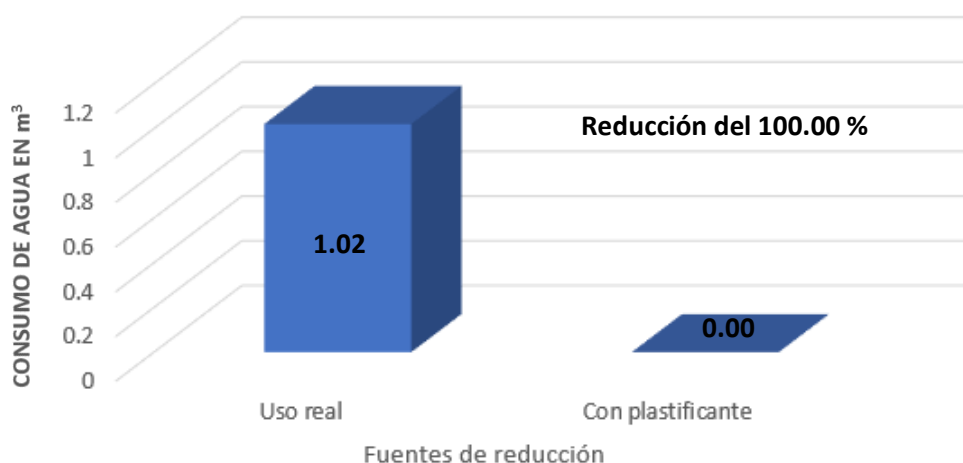


Figura 25. Reducción de agua en partida curado de concreto

Haciendo una sumatoria de todas las subpartidas a las cuales se aplicaron aditivos tipo plastificante se obtuvo que se pudo reducir en 2.20 m³ de agua por proyecto de un total de 12.71 m³ de agua azul por proyecto. En porcentaje, esto representa una reducción del 2.33% del volumen total de agua utilizado en el proceso obras de infraestructura vial sin considerar la partida de mitigación ambiental.

4.- Reducción de la huella azul total en los procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L según consumo REAL en campo

Según los resultados obtenidos, aplicando un aditivo plastificante a todas las subpartidas en todos los procesos constructivos desarrollados que utilicen concreto de la constructora PALKIA E.I.R.L, se obtiene una reducción del 41.58% de volumen total de agua en el proceso de obras de

edificaciones, una reducción del 24.43% de volumen total de agua en el proceso de obras hidráulicas, y un 2.33% de volumen total de agua en el proceso de obras de infraestructura vial.

4.2.1.2. Huella azul en situación real en la partida Mitigación ambiental

A. Obras de Edificaciones

- **Partida: Mitigación ambiental**

En la Tabla 29 muestra la cantidad de volúmenes de agua que se gasta por día en obras de mitigación durante el proceso constructivo en obras y edificaciones, el termino mitigación ambiental está referido al riego mediante cisternas y mangueras (fuentes fijas) a las vías para la limpieza ante elementos como el polvo, tierra, o aditivos antes, durante y después de finalizada la obra.



Figura 26. Mitigación ambiental (obras y edificaciones) en la constructora PALKIA E.I.R.L

Tabla 29. Mitigación ambiental original en obras de edificaciones

Mitigación ambiental	Cantidad	Unidad	V. agua por partida (m ³)	Agua azul por proyecto (m ³)
Mitigación durante el proceso constructivo	144	días	7.57	1090.08
Total				1090.08

Basándose en los valores teóricos descritos por MINAGRI (2015), si se aplicaran aspersores en el sistema de riego en carreteras se reducirá el consumo de agua. Se asignó un valor de 50 % para fines prácticos.

Tabla 30. Mitigación ambiental modificada en obras de edificaciones

Mitigación ambiental	Cantidad	Unidad	V. agua por partida (m ³)	Agua azul por proyecto (m ³)
Mitigación durante el proceso constructivo	144	días	3.79	545.04
Total				545.04

En la anterior Tabla 30 muestra el volumen consumido en la partida de mitigación ambiental aplicando una reducción del 50% por el método de aspersión, dando como resultado que el volumen total de agua consumida sea de 545.04 m³.

Si se compara ambos resultados anteriores, se obtiene que se redujo el consumo en 545.04 m³ de agua (Tabla 29 y 30) para la partida mitigación ambiental.

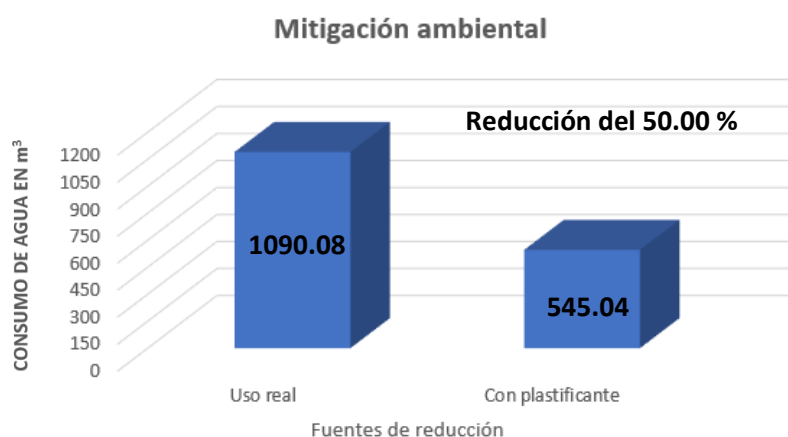


Figura 27. Reducción de agua para mitigación ambiental

B. Obras Hidráulicas

- **Partida: Mitigación ambiental**

La Tabla 31 muestra la cantidad de volúmenes de agua que se gasta por día en obras de mitigación durante el proceso constructivo en obras hidráulicas.

Tabla 31. Mitigación ambiental original en obras hidráulicas

Mitigación ambiental	Cantidad	Unidad	V. agua por partida (m ³)	Agua azul por proyecto (m ³)
Mitigación durante el proceso constructivo	72	días	5.68	408.96
Total				408.96

Basándonos en los valores teóricos descritos por MINAGRI (2015), si se aplicaran aspersores en el sistema de regado en carreteras se reducirá el consumo de agua. Se asignó un valor de 50 % para fines prácticos.

Tabla 32. Mitigación ambiental modificada en obras hidráulicas

Mitigación ambiental	Cantidad	Unidad	V. agua por partida (m ³)	Agua azul por proyecto (m ³)
Mitigación durante el proceso constructivo	72	días	2.84	204.48
Total				204.48

En la anterior Tabla 32 muestra la reducción del 50 % en los volúmenes de agua por partida, se podría reducir el agua azul por proyecto en 204.48 m³.

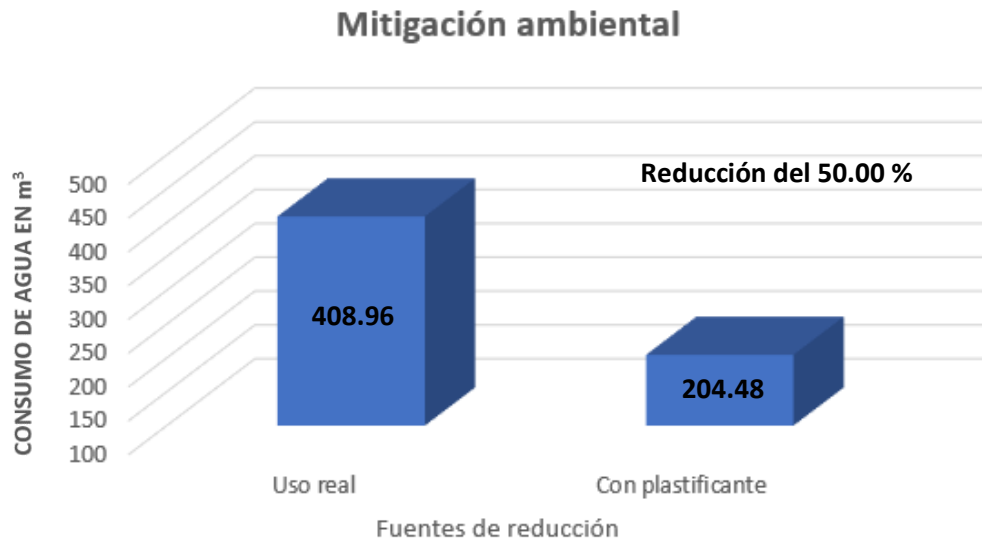


Figura 28. Reducción de agua para mitigación ambiental en obras hidráulicas

C. Obras de Infraestructura Vial

- **Partida: Mitigación ambiental**

La Tabla 33 muestra la cantidad de volúmenes de agua que se gasta por día en obras de mitigación durante el proceso constructivo en obras de infraestructura vial.

Tabla 33. Mitigación ambiental original en infraestructura vial

Mitigación ambiental	Cantidad	Unidad	V. agua por partida (m ³)	Agua azul por proyecto (m ³)
Mitigación durante el proceso constructivo	48	días	17.03	817.44
Total				817.44

Basándose en los valores teóricos descritos por MINAGRI (2015), si se aplicaran aspersores en el sistema de riego en carreteras se reducirá el consumo de agua. Se asignará un valor de 50 % para fines prácticos.

Tabla 34. Mitigación ambiental modificada en infraestructura vial

Mitigación ambiental	Cantidad	Unidad	V. agua por partida (m ³)	Agua azul por proyecto (m ³)
Mitigación durante el proceso constructivo	48	días	8.52	408.96
Total				408.96

En la anterior Tabla 34 muestra el volumen consumido en la partida de mitigación ambiental aplicando una reducción del 50% por el método de aspersión, dando como resultado que el volumen total de agua consumida sea de 408.96 m³.

Si se compara ambos resultados anteriores, se obtiene que se redujo el consumo en 408.48 m³ de agua para la partida mitigación ambiental.

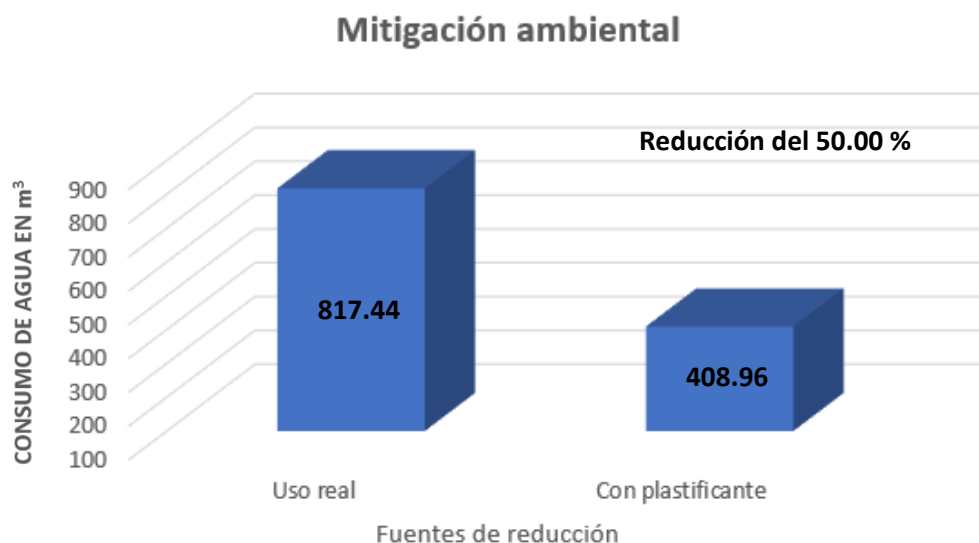


Figura 29. Reducción de agua en m³

El promedio de la huella azul real anual total para obras en edificaciones es de 296.00 m³, para obras hidráulicas es de 183.64 m³ y para obras de infraestructura vial es de 1094.42 m³.

4.2.2. Huella gris

Según los datos analizados en laboratorio, se encontró que para el agua de uso administrativo (en donde se incluye su uso en obras de infraestructura, hidráulicas, y viales), el volumen de agua gris usada mensualmente (m³) es como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 35. Estimación de volumen de agua facturada mensual en m³

Volumen de agua facturada	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Agua gris	10	19	30	38	7	24
Total	128					

Como se observa en la Tabla 35, el gasto de agua gris observado en los últimos 6 meses en la constructora PALKIA E.I.R.L, es de 128 m³. Para que este resultado sea comparativo de con los datos obtenidos de huella azul en la constructora, es necesario obtener un valor anual del volumen de agua gris usada, para ello, se busca obtener un promedio anual del consumo de agua en relación a la tendencia vista en el total mensual de volúmenes de agua gris, en donde se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 36. Estimación de agua facturada anual en m³

Volumen de agua facturada	Anual
Agua gris	255.96

Para obtener este valor anual Tabla 36, se obtuvo el promedio de los valores del agua gris obtenidos de la tabla 29 y se multiplico por 12 meses, para obtener el valor anual, dando el resultado de 255.96.

Ahora es necesario conocer el valor obtenido de coliformes fecales en los volúmenes de agua gris analizados anteriormente. Según los resultados obtenidos en laboratorio se obtuvo un valor de 2100 NPM/100 ml. (NMP por cada 100 ml.). En la siguiente Tabla 37, se muestra la relación entre el volumen de agua facturada (m³) anual y la cantidad de coliformes fecales por m³.

Tabla 37. Estimación de agua facturada anual

Volumen de agua facturada	Anual	Coliformes fecales	Total
Agua gris	255.96	0.0021 NPM	0.5375

La cantidad obtenida, muestra que la cantidad de coliformes fecales

encontrados son prácticamente el doble a los permitido, debido a que la normativa nacional, exige que el valor máximo de concentración de coliformes fecales para su reutilización sea de 1000 NPM/100 ml.

La huella gris total anual de los servicios higiénicos del área administrativa y del área personal administrativo son de 255.96 volúmenes de agua Tabla 37. Debido a ello para la mitigación del agua gris y su posterior uso se propone la siguiente estrategia:

- **Humedales artificiales**

Según Paredes (2018), los humedales superficiales con ecosistemas elaborados por el ser humano que sirven para el tratamiento de aguas residuales grises, en este humedal intervienen especies vegetales que permiten la remoción de los coliformes fecales mediante procesos físicos, químicos y biológicos.

Paredes (2018), también indica que estos humedales se han utilizado para el tratamiento de un amplio tipo de aguas residuales, como: aguas domésticas, urbanas, industriales, drenaje de extracciones mineras y escorrentía superficial agrícola. El principio de funcionamiento de los humedales superficiales se fundamenta en las siguientes características: la actividad bioquímica del organismo, el aporte de oxígeno a través de los vegetales durante el día y la conformación de un lecho bajo el agua que sirve como fundamento para que los vegetales se enraícen, mediante el trabajo en conjunto de todos estos componentes, es posible la eliminación de los materiales disueltos en el agua residual a tratar, biodegradando los coliformes fecales hasta mineralizarlo y transformarlos en nuevos organismos.

Según la investigación de Paredes (2018) en su investigación titulado “Estudio del comportamiento de los coliformes fecales en un humedal artificial de flujo subsuperficial para tratamiento de agua residual gris”, obtuvo una remoción del 99.18% de coliformes fecales utilizando humedales artificiales con una altura de lecho de 70 cm (Figura 30).

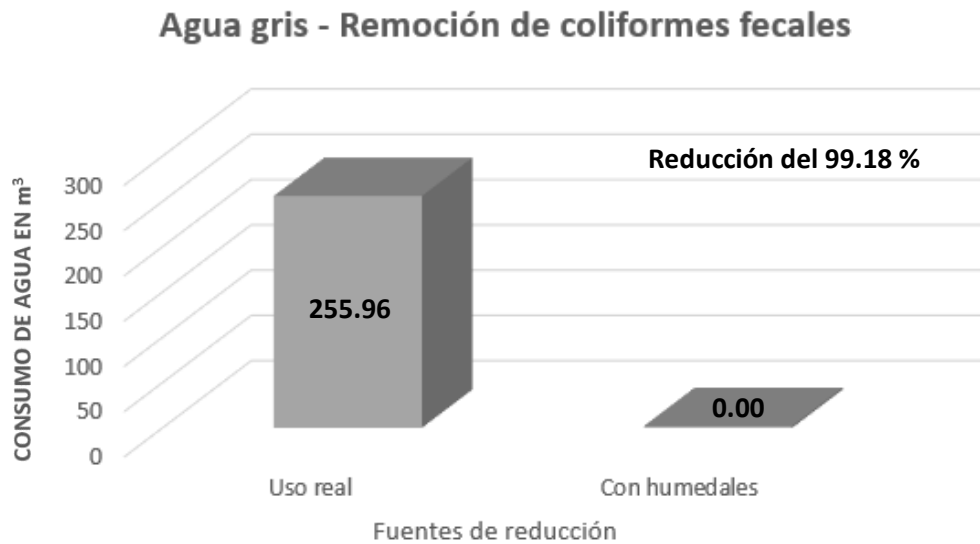


Figura 30. Remoción de coliformes fecales

4.2.3. Huella verde

En el caso de la constructora PALKIA E.I.R.L, la huella hídrica verde es inexistente, debido a que la empresa no utiliza agua almacenada en suelos para la realización de sus procesos constructivos, ni tampoco cuenta con la infraestructura necesaria para almacenar agua de lluvia y poder utilizarlo. El gasto hídrico para sus procesos constructivos en su totalidad se basa en la utilización de agua azul.

4.3. Huella hídrica total

Haciendo la sumatoria de huella azul, huella verde y huella gris de todos los procesos (constructivos y administrativos) de la constructora PALKIA E.I.R.L se obtuvo un resultado de 2086.03 volúmenes de agua utilizados anualmente (Figura 27).

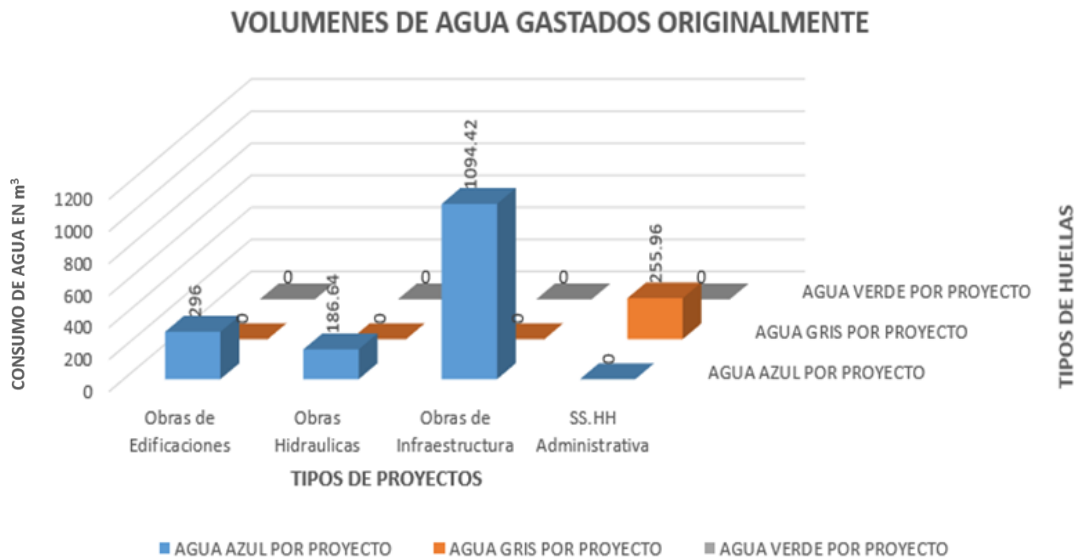


Figura 31. Volumen de agua utilizado originalmente en la constructora

Aplicando las estrategias expuestas en esta investigación para la reducción de la huella azul, huella verde y huella gris de todos los procesos (constructivos y administrativos) de la constructora PALKIA E.I.R.L se obtuvo un valor de 1436.26 m³ de agua utilizados anualmente, que representa una reducción del 31.15% en el total de la huella hídrica (Figura 28).

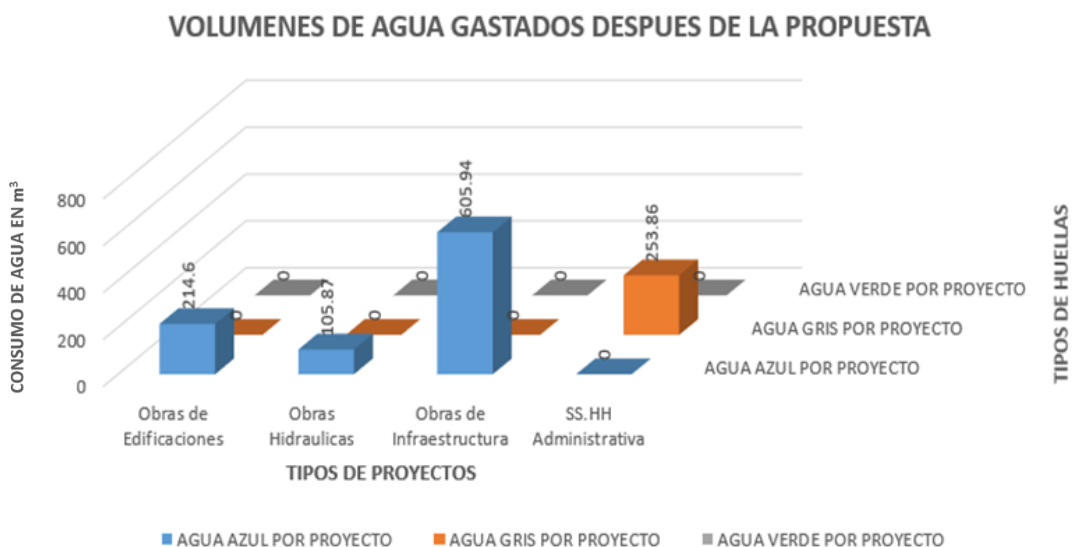


Figura 32. Volumen de agua utilizado después de aplicar la propuesta

A continuación, se muestra la Tabla 38 y Tabla 39 donde se aprecia

las cantidades de reducción que se obtuvo después de los cálculos en los diferentes tipos de obras.

Tabla 38. Cuadro resumen partidas de concreto

OBRAS DE EDIFICACIONES								
PARTIDAS	CAPECO	ADITIVO	REDUCCION	REAL	ADICTIVO	REDUCCION		
Concreto simple	56.06	50.46	5.6	59.55	53.61	5.94		
Concreto armado	103.83	93.43	10.4	109.34	98.4	10.94		
Arquitectura	89.8	80.8	9	94.19	84.76	9.43		
Cancha sintetica	3.69	3.32	0.37	3.87	3.48	0.39		
Curado de concreto	20.62	0	20.62	144.33	0	144.33		
total			45.99	total			171.03	
			389.91	11.80%			527.21	32.44%

OBRAS HIDRAULICAS								
PARTIDAS	CAPECO	ADITIVO	REDUCCION	REAL	ADICTIVO	REDUCCION		
Concreto simple	46.95	42.24	4.71	48.97	44.07	4.9		
Curado de concreto	1.33	0	1.33	9.35	0	9.35		
total			6.04	total			14.25	
			50.15	12.04%			60.19	23.68%

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL								
PARTIDAS	CAPECO	ADITIVO	REDUCCION	REAL	ADITIVO	REDUCCION		
Sardinel burbuja	7.73	6.96	0.77	8.11	7.29	0.82		
Veredas	3.43	3.09	0.34	3.6	3.24	0.36		
Curado de concreto	0.14	0	0.14	1.02	0	1.02		
total			1.25	total			2.2	
			94.58	1.32%			95.99	2.29%

Tabla 39. Cuadro resumen de Mitigación de polvo

OBRAS DE EDIFICACIONES			
	REAL	ASPERSION	REDUCCION
Mitigacion ambiental	1090.08	545.76	544.32

OBRAS HIDRAULICAS			
	REAL	ASPERSION	REDUCCION
Mitigacion ambiental	408.96	204.48	204.48

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL			
	REAL	ASPERSION	REDUCCION
itigacion ambiental	817.44	408.96	408.48

4.4. Impacto social de la propuesta

El desperdicio de agua en las actividades de construcción es una problemática actual y real en la industria de la construcción peruana. De acuerdo con ANA (2018), más del 40% de la huella hídrica azul corresponde a los procesos constructivos y mitigación ambiental. Este gasto hídrico excesivo representa un peligro potencial a la realización de otras actividades que necesitan el uso del agua, como las actividades agrícolas o ganaderas de pequeños productores, los cuales al no contar con recursos o apoyos logísticos solo tienen como fuente hídrica los efluentes naturales. Aplicando estas estrategias, se permitirá reducir de forma sustancial el gasto hídrico excesivo, lo que contribuirá a que haya una mayor disponibilidad del recurso hídrico, lo que a su vez favorecerá a los pequeños productores locales, evitando a su vez el descontento de la población y la posible aparición de conflictos sociales.

V. DISCUSIÓN

Discusión en base al **objetivo general** “Estimar la huella hídrica de los procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L. para mejorar la ecoeficiencia, Arequipa 2021”

Los resultados del estudio evidenciaron que la estimación de la huella hídrica utilizada en todos los procesos de la constructora PALKIA E.I.R.L. conlleva a señalar un total de 2086.03 m³ de agua al año, partiendo de dicha evaluación y aplicando las estrategias para la reducción de la misma se obtuvo un valor de 1436.26 m³ de agua utilizados anualmente.

Asimismo, se logró demostrar con la aplicación de los criterios de interpretación de resultados fundamentados por la norma ISO 14044 (2015), se pudo obtener que aplicando un aditivo plastificante y el curador se logra reducir en un 32.44 % el volumen total de agua utilizado en los procesos de obras y edificaciones, un 23.68 % en las obras hidráulicas y un 2.20 % en obras de infraestructura vial. En términos generales, se pudo lograr una mejora en la ecoeficiencia de la empresa con la reducción total de un 31.05% en todas las obras que ejecuta la constructora PALKIA E.I.R.L.

Resultado similar a los de Castilla et al. (2018) donde concluye que la huella hídrica total de los sectores en su estudio se estima por un total de 9.489,58 millones de m³, siendo el que tiene mayor índice la huella hídrica del sector agrícola con un total de 4.555,14 millones de m³, mientras que en segundo lugar se encuentra el sector doméstico, de residuos e industrial.

Castillo (2016) al cuantificar y explicar la huella hídrica de los consumos directos e indirectos de agua en el campus de la PUCP, determina que la mayoría del gasto hídrico correspondía a la huella hídrica azul, este resultado es comparativo al encontrado en la presente tesis, debido a que la huella hídrica azul, también es la más abundante en las obras realizadas por la constructora PALKIA E.I.R.L, en donde también se puede apreciar una presencia del gasto corriente de agua por

servicios, regadío y en este caso obras de infraestructura, hidráulica y de edificaciones.

De igual manera Bueno et al. (2019) en su investigación plantea como objetivo estimar la huella de agua en la zona en estudio, tomando en consideración la demanda y los índices de estrés hídrico para un cálculo correcto, concluyendo en que la huella hídrica cuantifica el volumen total de los líquidos que se utilizan.

Discusión en base al **objetivo específico 1**: “Identificar las principales actividades en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L para mejorar la ecoeficiencia Arequipa 2021”

Los resultados del estudio evidenciaron que la principal actividad en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L para mejorar la ecoeficiencia, se basó en reducir el consumo de agua en el proceso de elaboración del concreto mediante la utilización de aditivos plastificantes. De igual manera se presentó la estrategia del riesgo por aspersión para optimizar el uso del agua en la mitigación ambiental.

Resultado que concuerdan con los de Billinghamst Vargas (2020) en su tesis demuestra que la implementación de planes de mitigación en distintas organizaciones, o través de normas o parámetros y políticas que se preocupan por que los recursos hídricos sean manejados de forma adecuada, ayudan en mejorar de manera eco eficiente el uso del recurso hídrico.

Discusión en base al **objetivo específico 2**: “Determinar la huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris las principales actividades desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L para mejorar la ecoeficiencia, Arequipa 2021”

Los resultados del estudio evidenciaron que la huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris en actividades de infraestructura ejecutadas por la

constructora, que requieren consumo de agua, en el caso de la huella verde no se consideró por que la constructora no cuenta con áreas verdes y los proyectos en estudio no se desarrollaron en tiempo de precipitaciones; en la huella azul se obtuvo un valor anual de 296.00 m³ por obras de edificaciones, 183.64 m³ de agua azul por obras hidráulicas y 1094.42 m³ de agua azul por obras de infraestructura. En cuanto a la huella gris del uso de agua anual en servicios higiénicos del área administrativa y del área personal administrativo asciende a 255.96 m³ de agua.

Resultado que concuerdan con los de Sánchez (2015), que en su investigación que la huella hídrica azul no fue estimada debido a la no utilización de este tipo debido a la pluviosidad presente en la zona no es necesario el riego para los cultivos de la organización, pero que de igual manera existe un consumo para las actividades que tienen que ver con los servicios higiénicos y para los proyectos de expansión o construcción realizados en la finca.

V. CONCLUSIONES

- La estimación de la huella hídrica utilizada en todos los procesos de la constructora PALKIA E.I.R.L conlleva a señalar un total de 2086.03 m³ de agua al año, partiendo de dicha evaluación y aplicando las estrategias para la reducción de la misma se obtuvo un valor de 1436.26 m³ de agua utilizados anualmente, y mediante los criterios de interpretación de resultados otorgados por la norma ISO 14044, se determina que existe una reducción del 31.15% en el total de la huella hídrica que presenta la organización.
- Las principales actividades de la constructora PALKIA E.I.R.L son: en primer lugar, las obras de edificaciones, las cuales en los últimos 5 años se conformaron por los siguientes proyectos: infraestructura de institutos, centros de salud, centros comunales y complejos deportivos, siendo su huella hídrica de 295,518 m³. En segundo lugar, las obras hidráulicas, las cuales en los últimos 5 años se conformaron por los siguientes proyectos: reservorios de riego y canales de riego, siendo su huella hídrica de 184,044 m³. Y, en tercer lugar, las obras de infraestructura vial, las cuales en los últimos 5 años se conformaron por los siguientes proyectos: sistemas de drenaje, pavimentos, vías y muros de contención, siendo su huella hídrica de 1095,864 m³.
- Se determinó la huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris en actividades de infraestructura ejecutadas por la constructora, que requieren consumo de agua, en el caso de la huella verde no se consideró por que la constructora no cuenta con áreas verdes y los proyectos en estudio no se desarrollaron en tiempo de precipitaciones; en la huella azul se obtuvo un valor anual de 296.00 m³ por obras de edificaciones, 183.64 m³ de agua azul por obras hidráulicas y 1094.42m³ de agua azul por obras de infraestructura. En cuanto a la huella gris del uso de agua anual en servicios higiénicos del área administrativa y del área personal administrativo asciende a 255.96 m³ de agua.
- Se realizó una propuesta basada en 3 estrategias de reducción de la huella hídrica para mejorar la eco eficiencia en la empresa constructora, el cual contempla una estrategia de reemplazo del recurso hídrico por un aditivo plastificante para actividades que haya presencia de concreto, otra estrategia fue la de método de riego el cual se propuso el de aspersion para una reducción del 50% de consumo de agua y por último la implementación de humedales para

aprovechar el agua tratada con una altura de lecho de 70 cm, a fin de mitigar la huella gris y riegos por aspersión.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar mayores investigaciones en determinar el agua azul en los procesos constructivos, por la mayor cantidad de agua que gasta en las partidas sobre todo en las que utilizan concreto, por lo que es importante innovar en los procesos constructivos, utilizando nuevos materiales ecoeficientes o técnicas que permitan reducir el consumo excesivo de agua.
- Implementar trabajos de investigación en la reutilización de agua para poder reducir la huella de agua en sus obras, la implementación de humedales superficiales o captación de agua de lluvia producirían un impacto favorable para el medio ambiente, además que permitiría, si se aplica correctamente, mejorar la rentabilidad y prestigio de la empresa en cuestión.
- Profundizar la investigación de la huella hídrica en los materiales de construcción, puestos que estos pueden considerar como los más “contaminantes” debido a su excesivo consumo de agua, que más allá del agua que necesitan para su curado o fraguado, se produce un malgaste de este recurso debido a que los obreros malgastan o sobresaturan a los materiales y muchas veces no se cuenta con herramientas en buen estado y por ende hay una pérdida, debido a ello es necesario pensar cómo reducir estos impactos ambientales a través de la investigación y adquisición de herramientas en buen estado.

REFERENCIAS

- AGUALIMPIA, O.N.G., 2016. Manual de aplicación de evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046. ,
- ANA, (Autoridad Nacional del Agua), 2018. Certificado Azul reconoce a importantes empresas por uso eficiente del agua. [en línea]. Disponible en: <https://www.ana.gob.pe/noticia/certificado-azul-reconoce-importantes-empresas-por-uso-eficiente-del-agua>.
- ANA, (Autoridad Nacional del Agua), 2021. Certificado azul. [en línea]. Disponible en: <http://certificadoazul.ana.gob.pe/>.
- ARIAS, F., 2012. *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. 6. Caracas: Editorial Episteme. ISBN 9781456223960.
- ARIZA, W. y AREVALO, D., 2018. Estimación de la huella hídrica azul y verde de la producción cafetera en ocho cuencas en el sur del Departamento del Huila. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 9, no. 2, pp. 337-354. ISSN 2145-6097.
- ASTUDILLO, M. y GALLARDO, F., 2019. *Propuesta de supresión de polvo optimizando el recurso hídrico en proyecto Rajo Dulcinea del 1-4, comuna de Petorca* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/47857>.
- BAUMANN, D., BOLAND, J.J. y SIMS, J.H., 1984. Water conservation: The struggle over definition. *Water Resources Research*, vol. 20, no. 4, pp. 428-434. ISSN 0043-1397.
- BEHAR, D., 2008. *Introducción a la Metodología de la Investigación*. 1. México: Editorial Shalom. ISBN 978-959-212-783-7.
- BILLINGHURST, T., 2020. *Huella hídrica y optimización del consumo de agua en empresas* [en línea]. S.l.: Universidad Científica del Sur. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1411>.
- BUENO, S., MARCELEÑO, S., NÁJERA, O. y DE HARO, R., 2019. Implementación del método de escasez en la determinación de la huella hídrica en la zona costera de San Blas, México. *Tecnura*, vol. 23, no. 62, pp. 45-54. ISSN 2248-7638.
- CABEZAS, W., 2015. *Instalación de sistema de riego tecnificado por aspersión*


- para el comité de usuarios de Campanayocc del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga-Ayacucho* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Disponible en:
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3118>.
- CASTILLA, Á., CASTRO, M., GUTIÉRREZ, A. y ALDANA, C., 2018. Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014. *Revista UIS Ingenierías*, vol. 17, no. 2, pp. 19-32. ISSN 2145-8456.
- CASTILLO, M., 2017. *Huella hídrica del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú en el 2014* [en línea]. S.I.: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en:
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/152025>.
- FU, T., XU, C., YANG, L., HOU, S. y XIA, Q., 2022. Measurement and driving factors of grey water footprint efficiency in Yangtze River Basin. *Science of The Total Environment*, vol. 802, pp. 149587. ISSN 0048-9697.
- HERMIDA, E., 2015. Aditivos para el concreto. . Lima, Perú:
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M., 2014. *Metodología de la Investigación*. 6. México: Editroail McGraw-Hill Interamericana. ISBN 9789701073407.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. 1. México: Editorial Mc Graw Hill. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- HOEKSTRA, A., 2015. The water footprint of industry. *Assessing and measuring environmental impact and sustainability*. S.I.: Elsevier, pp. 221-254.
- HOEKSTRA, A. y MEKONNEN, M., 2012. The water footprint of humanity. *Proceedings of the national academy of sciences*, vol. 109, no. 9, pp. 3232-3237. ISSN 0027-8424.
- ISO 14044:2006, 2006. Gestión Ambiental - Evaluación del ciclo de vida. . Montevideo: Instituto Uruguayo de Normas Técnicas:
- ISO 14046:2015, 2015. Gestión Ambiental - Huella de Agua - Principios, requisitos y directrices. . Bogotá, INTECO:
- LLIQUE, R., 2017. *Calibración hidráulica y programación de riego del sistema por aspersión de los jardines de la UNALM*. S.I.: Universidad Nacional Agraria La Molina.

- LUNA, J., 2020. *Métodos de curado de concreto en zonas costeras y su trascendencia en América Latina en los últimos 10 años: una revisión de la literatura científica* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24548>.
- MALLMA, T. y MEJÍA, J., 2015. Huella hídrica de productos agrícolas producidos en la sierra central y comercializados en Lima. *Apuntes de Ciencia & Sociedad* [en línea], vol. 5, no. 1. ISSN 2225-515X. Disponible en: <http://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/308>.
- MARTÍNEZ, C., RUÍZ, X. y MORALES, S., 2016. Huella hídrica de una finca ganadera lechera bajo las condiciones agroecológicas del Valle del Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 47-56. ISSN 1909-9959. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117858>.
- MAYTA, J., 2014. *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. [en línea]. S.I.: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/403>.
- MUÑOZ, W., 2014. *Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del río La Villa, Panamá*. S.I.: CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- ÑAUPAS, H., MEJÍA, E.M., RAMÍREZ, E. y PAUCAR, A., 2018. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. S.I.: Ediciones de la U. ISBN 9587623592.
- NAZMUL, K., KENWAY, S., RENOUF, M., WIEDMANN, T. y LAM, K., 2021. A multi-regional input-output analysis of direct and virtual urban water flows to reduce city water footprints in Australia. *Sustainable Cities and Society*, vol. 75, pp. 103236. ISSN 2210-6707.
- OTINIANO, D., 2020. *Huella hídrica generada por el sector doméstico, comercial, industrial y estatal* [en línea]. S.I.: Universidad Científica del Sur. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1468>.
- PACHECO, P., 2018. *Escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (Solanum Tuberosum) en Huaros-provincia de Canta* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42766>.


- POSADA, G., 2016. *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. 1. Medellín, Colombia: Editorial FUNLAM.
- RAMÍREZ, D., CHIPANA, R. y ECHENIQUE, M., 2016. Aplicación de Biol y riego por goteo en diferentes cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, vol. 3, no. 1, pp. 30-38. ISSN 2409-1618.
- RAMOS, J., 2003. Costos y presupuestos en edificación. *Lima: Capeco*. S.I.:
- RENDÓN, E., 2016. La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. *Saber y Hacer*, vol. 2, no. 1, pp. 34-47. ISSN 2311-7613.
- RETEMA, 2019. España, entre los diez países del mundo con mayor huella hídrica. [en línea]. Disponible en: <https://www.retema.es/noticia/espana-entre-los-diez-paises-del-mundo-con-mayor-huella-hidrica-rCLaW>.
- RÍOS, J., TORRES, Miriam, CASTRO, R., TORRES, Marco y RUIZ, J., 2015. Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, vol. 47, no. 1. ISSN 0370-4661.
- SÁNCHEZ, E., VILLARREAL, J. y TORRES, J., 2015. Estimación de la huella hídrica para un cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Publicaciones e Investigación*, vol. 9, pp. 135-146. ISSN 2539-4088.
- SUIZAGUA ANDINA PERÚ, 2015. Análisis de huella hídrica en la planta de fabricación de tuberías en el agustino. . Lima, Perú:
- TATE, D., 2014. Principios del uso eficiente del agua. *Recuperado de <http://www.desastres.hn/docum/Honduras/PRINCIPIOSDELUSEFICIENTEDELAGUA.pdf>*,
- VALDERRAMA, S., 2020. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. 11. Lima: Editorial San Marcos.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
Matriz de consistencia				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología
Principal	General	General	Var. independiente:	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque cuantitativo - Tipo de investigación aplicado - Diseño de investigación no experimental-corte transversal - Nivel descriptivo - Método hipotético deductivo - La población y la muestra se encuentra referenciada a las obras de construcción que se encuentra realizando actualmente por la empresa constructora
¿Cómo será la huella hídrica en los procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L. para mejorar la eco eficiencia, Arequipa 2021?	Evaluar la estimación de la huella hídrica de los procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L. para mejorar la eco eficiencia, Arequipa 2021	La estimación de la huella hídrica en procesos desarrollados por la constructora PALKIA E.I.R.L. permiten mejorar la eco eficiencia.	Huella hídrica Dimensiones -Principales actividades de la constructora -Huella hídrica Azul de infraestructura -Huella hídrica Gris de infraestructura -Huella Hídrica Verde de infraestructura	
Específico	Específico	Específico	Var. dependiente:	
¿Cuáles son las principales actividades en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L. que requieren consumo de agua?	Identificar las principales actividades en los diferentes tipos de obras desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L que requieren consumo de agua, para	Las principales actividades desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L en los diferentes tipos de obra son las que incluyen concreto y mitigación ambiental.		
¿Cuál es la huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris en las principales actividades desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L. que requieren consumo de agua?	Determinar la huella hídrica azul, huella hídrica verde y huella hídrica gris las principales actividades desarrolladas por la constructora PALKIA E.I.R.L que requieren consumo de agua para	Las actividades ejecutadas por la constructora PALKIA E.I.R.L. requieren de HHA,HHV y generan HHG	Eco eficiencia Dimensiones: -Consumo real general de los recursos	


Anexo 02: Ficha 01 Recolección de datos para el cálculo de agua en el uso administrativo

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA CALCULO DE AGUA EN EL USO ADMINISTRATIVO							
Título del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021							
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • Maria de los Angeles Neyra Soto • Adnan Breznef Sanchez Esquivel 							
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel							
Lugar:		Fecha:							
USO ADMINISTRATIVO DE AGUA				Cantidad					
Numero de Servicios higiénicos									
Numero de lavamanos									
Numero de caños (para uso de regadío de plantas, lavado de auto, otros)									
Volumen de agua facturada		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	PROMEDIO	GASTO ANUAL HUELLA GRIS
Promedio de uso de agua mensual									





 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP: 131344


**LUIS FERMIN
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111F11**


 JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 03: Ficha 02 Data histórica de proyectos realizados por la constructora PALKIA E.I.R.L.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		DATA HISTORICA DE PROYECTOS REALIZADOS POR LA CONSTRUCTORA PALKIA E.I.R.L							
Titulo del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021							
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • Maria de los Angeles Neyra Soto • Adnan Breznez Sanchez Esquivel 							
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel							
Lugar:		Fecha:							
TIPOS DE PROYECTOS		AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	PROMEDIO DE OBRAS	DIV. DE OBRAS ENTRE 5 AÑOS	PROMEDIO HUELLA AZUL ANUAL
		2017	2018	2019	2020	2021			
Obras de Edificaciones									
Obras Hidráulicas									
Obras de Infraestructura Vial									





 Mg.Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111414**



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 04: Ficha 03 Recolección de datos para el cálculo de la Huella Azul – Edifi

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA HUELLA AZUL – OPERATIVO – OBRAS EDIFICACIONES			
Título del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021			
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • Maria de los Angeles Neyra Soto • Adnan Breznez Sanchez Esquivel 			
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel			
Lugar:		Fecha:			
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD	V. Agua Partida	x AGUA AZUL POR PROYECTO
MITIGACION AMBIENTAL					
Mitigación ambiental durante el proceso constructivo					
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
Apisonado H=10cm					
Relleno con material propio					
Nivelación interior apisonado manual					
OBRAS CONCRETO SIMPLE					
Cimientos corridos 1:10					
Dado de concreto F'c=175 kg/cm ²					
Solados para zapata de 2" 1:12					
Sobrecimientos 1:8					
Falso piso 1:8 E=4"					
CONCRETO ARMADO					
Zapata F'c= 210 kg/cm ²					
Vigas de cimentación F'c= 210 kg/cm ²					
Columnas F'c= 210 kg/cm ²					
Vigas F'c= 210 kg/cm ²					
Cisterna F'c= 210 kg/cm ²					
Tanque elevado F'c= 210 kg/cm ²					
Muro de contención F'c= 175 kg/cm ²					
ARQUITECTURA					
Muro soga ladrillo KK mec.9x14x24 1:5					
Muro de cabeza ladrillo KK mecanizado 9x14x24					
Tarrajeo tipo rayado					
Tarrajeo interiores, exteriores, columnas					
Vestidura de derrames en puertas, ventana y vanos					
Cielorrasos 1:5 E=1.5cm					
Contrapiso de 25mm 1:5					
Piso de cemento pulido E=2" 1:4					
Vereda concreto 4" F'c= 175 kg/cm ²					
Plataforma de concreto de 6" F'c= 175 kg/cm ²					
Contrazocalo					
Trabajos con cerámico					
Pintura					
CANCHA CESPED SINTETICO					
Relleno y compactado terreno natural					
Conformación Subrasante H=15cm					
Sub base compactada H=0.10cm					
Base H=10cm					
Concreto sardinel y dado F'c= 175 kg/cm ²					
Tarrajeo en exteriores					
Curado					



Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP: 131344




LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111F11



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 05: Ficha 04 Recolección de datos para el cálculo de la Huella Azul – Operativo – Obras Hidráulicas

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA HUELLA AZUL – OPERATIVO – OBRAS HIDRAULICAS																																																									
Título del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021																																																									
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • Maria de los Angeles Neyra Soto • Adnan Breznez Sanchez Esquivel 																																																									
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel																																																									
Lugar:		Fecha:																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 15%;">CANTIDAD</th> <th style="width: 15%;">UNIDAD</th> <th style="width: 15%;">V. Agua Unidad</th> <th style="width: 15%;">x AGUA AZUL POR PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">MITIGACION AMBIENTAL</td> </tr> <tr> <td>Mitigación ambiental durante el proceso constructivo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">MOVIMIENTO DE TIERRAS</td> </tr> <tr> <td>Relleno y conformación con material propio</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">OBRAS CONCRETO SIMPLE Y DE ARTE</td> </tr> <tr> <td>Solado 7 1:8 E=4" F'c= 175 kg/cm²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Concreto estructural F'c= 210 kg/cm²</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Solaqueo muros interiores de canal E=3mm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Acabado de piso de canal mortero 1:2 E=1cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Curado</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	V. Agua Unidad	x AGUA AZUL POR PROYECTO	MITIGACION AMBIENTAL					Mitigación ambiental durante el proceso constructivo					MOVIMIENTO DE TIERRAS					Relleno y conformación con material propio					OBRAS CONCRETO SIMPLE Y DE ARTE					Solado 7 1:8 E=4" F'c= 175 kg/cm ²					Concreto estructural F'c= 210 kg/cm ²					Solaqueo muros interiores de canal E=3mm					Acabado de piso de canal mortero 1:2 E=1cm					Curado				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	V. Agua Unidad	x AGUA AZUL POR PROYECTO																																																							
MITIGACION AMBIENTAL																																																											
Mitigación ambiental durante el proceso constructivo																																																											
MOVIMIENTO DE TIERRAS																																																											
Relleno y conformación con material propio																																																											
OBRAS CONCRETO SIMPLE Y DE ARTE																																																											
Solado 7 1:8 E=4" F'c= 175 kg/cm ²																																																											
Concreto estructural F'c= 210 kg/cm ²																																																											
Solaqueo muros interiores de canal E=3mm																																																											
Acabado de piso de canal mortero 1:2 E=1cm																																																											
Curado																																																											





 Mg.Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111511**



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 06: Ficha 05. Recolección de datos para el cálculo de la Huella Azul – Operativo – Obras de Infraestructura Vial.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA HUELLA AZUL – OPERATIVO – OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL		
Titulo del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021		
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • Maria de los Angeles Neyra Soto • Adnan Breznef Sanchez Esquivel 		
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel		
Lugar:		Fecha:		
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD	V. Agua x Unidad
AGUA AZUL POR PROYECTO				
MITIGACION AMBIENTAL				
Mitigación ambiental durante el proceso constructivo				
PAVIENTACION EN VIAS				
Perfilado y compactado de sub rasante				
Conformación de base granular				
SARDINEL BURBUJA				
Concreto F'c= 175 kg/cm ²				
Curado				
VEREDAS				
Base granular E=10cm				
Concreto F'c= 175 kg/cm ²				
Curado				
BERMAS - ADOQUIN				
Conformación y compactado de sub-rasante H=10cm				
Conformación de base granular E=4''				



Mg.Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344



LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111F11



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 07: Ficha 06. Recolección de Datos para el cálculo de la Huella Gris.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS PARA EL CALCULO DE LA HUELLA GRIS		
Título del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021		
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • María de los Ángeles Neyra Soto • Adnan Breznef Sanchez Esquivel 		
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel		
Lugar:		Fecha:		
DESCRIPCION		NUM. DE PERSONAS	VOLUMEN DE AGUA POR MES (PROMEDIO)	AGUA GRIS TOTAL ANUAL (PROMEDIO)
Servicios higiénicos área administrativa				
Servicios higiénicos área personal operativo				
DESCRIPCION		RESULTADO		
Nombre de Contaminante				
Características del contaminante				





 Mg.Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111911**



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 08: Ficha 07 Resumen

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA RESUMEN				
Titulo del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021				
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • Maria de los Angeles Neyra Soto • Adnan Breznef Sanchez Esquivel 				
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel				
Lugar:					Fecha:	
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	V. Agua x Unidad	AGUA AZUL POR PROYECTO	AGUA GRIS POR PROYECTO	AGUA VERDE POR PROYECTO





 Mg.Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA**
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111111



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 09: Ficha 08 Medida de Ecoeficiencia

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA MEDIDA DE ECOEFICIENCIA					
Titulo del Proyecto:		Estimación de la Huella Hídrica en Procesos Desarrollados por la Constructora PALKIA E.I.R.L. para Mejorar la Ecoeficiencia, Arequipa 2021					
Responsables:		<ul style="list-style-type: none"> • Maria de los Angeles Neyra Soto • Adnan Breznef Sanchez Esquivel 					
Asesor:		MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel					
Lugar:					Fecha:		
		HUELLA HIDRICA ACTUAL (PROMEDIO ANUAL)			HUELLA HIDRICA PRETENDIDA ALCANZAR POR LA PROPUESTA (PROMEDIO ANUAL)		
DESCRIPCION	AGUA AZUL POR PROYECTO	AGUA GRIS POR PROYECTO	AGUA VERDE POR PROYECTO	AGUA AZUL POR PROYECTO	AGUA GRIS POR PROYECTO	AGUA VERDE POR PROYECTO	
Obras en edificaciones							
Obras hidraulicas							
Infraestructura vial							
SSHH – Area administrativa							




 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP: 131344


LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111611



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 10: Validación de instrumentos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**

1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**

1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 01: Recolección de datos para el cálculo de agua en el uso administrativo**

1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
Docente
CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 02. Data histórica de proyectos realizados por la constructora PALKIA E.I.R.L.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **María de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de										X			
4.	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 03. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras Edificaciones.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 04. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras Hidráulicas.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de										X			
4.	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 05. Data histórica de proyectos realizados por la constructora PALKIA E.I.R.L.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 06. Recolección de Datos para el calculo de la Huella Gris.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de										X			
4.	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 07. Medida de Ecoeficiencia.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Mg. Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 08. Resumen.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznef Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis,											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP:131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 01: Recolección de datos para el cálculo de agua en el uso administrativo**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznaf Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


**LUIS FERMÍN
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111112**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 02. Data histórica de proyectos realizados por la constructora PALKIA E.I.R.L.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznaf Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


LUIS FERMIER
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111F11

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 03. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras Edificaciones.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. Nº 111F11

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 04. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras Hidráulicas.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


LUIS FERMIER
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. Nº 111F11

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 05. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras de Infraestructura Vial.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111613

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 06. Recolección de Datos para el calculo de la Huella Gris.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


**LUIS FERMÍN
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111111**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 07. Medida de Ecoeficiencia.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021


**LUIS FERMÍN
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111612**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Luis Holguin Aranda**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 08. Resumen.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85


LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111F13

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 01: Recolección de datos para el cálculo de agua en el uso administrativo**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznaf Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 02. Data histórica de proyectos realizados por la constructora PALKIA E.I.R.L.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznaf Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



 JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 03. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras Edificaciones.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 04. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras Hidráulicas.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznef Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



 JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 05. Recolección de datos para el calculo de la Huella Azul – Operativo – Obras de Infraestructura Vial.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 06. Recolección de Datos para el calculo de la Huella Gris.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 07. Medida de Ecoeficiencia.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Jennifer Pamela Ramos Larico.**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Supervisor Ambiental en ALS LS PERU SAC**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 08. Resumen.**
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Maria de los Angeles Neyra Soto y Adnan Breznez Sanchez Esquivel**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Los Olivos, 21 de Agosto de 2021



JENNIFER PAMELA RAMOS LARICO
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 237638

Anexo 11: Documentación fotográfica – Obras y edificaciones



Mitigación ambiental



*Instalación de poza provisional –
Infraestructura*



*Instalación de poza provisional –
Enmallado*



*Asentado de ladrillo y
sobrecimiento*



Asentado de ladrillo



Apisonado



Falso piso



Pintado de interiores



Pintado de exteriores



Vestidura de derrame



Pruebas de densidad para comprobación de cumplimiento de humedad



Vaciado de cimiento corrido

Anexo 12: Documentación fotográfica – Obras hidráulicas



Conformación con material propio



Solaqueo de muros en canal



Acabado de piso de canal



Curado de canal

Anexo 13: Documentación fotográfica – Obras de infraestructura vial



Mitigación ambiental



Riego de subrasante



Conformación de subrasante



Compactado de subrasante



Vaciado de sardineles



Curado de concreto con aditivo

Anexo 14: Documentación fotográfica – toma de muestra de agua Gris



Muestra de agua gris



Rotulación de muestras



Preparación de muestras para laboratorio

Anexo 15: Informe de ensayos



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 0629- 2021 PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE : FAGSOL S.A.C.

DIRECCIÓN : MZA. G6 LOTE. 5 URB. FRANCISCO MOSTAJO (DETRAS DE SEDAPAR) AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUBTERRÁNEA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido turbio

CODIFICACIÓN / MARCA : Ver detalle de codificación en hoja de resultados.

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Fecha de muestreo: 11/02/2021 - 12/02/2021

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 13 muestras de 1000mL. aprox.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.9°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 0247-2021

FECHA DE RECEPCIÓN : 12/02/2021

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 0629 - 2021
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUBTERRANEA Muestra no tratada	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes totales	2200	NMP/100mL

ABREVIATURAS :

NMP/100mL

: Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes totales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9200.9221-B Multiple Tube fermentation
Technique for members of the coliform group: Standard Total Coliform Fermentation Technique, 23rd Ed. 2017.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : MB 12/02/2021 al 19/02/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/02/2021




Bgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

Anexo 16: Carta de aprobacion de la empresa

**PALKIA
E.I.R.L.**

RUC 20600678605

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

CARTA N° 045 – 2021 - PALKIA EIRL

SEÑORES:

MARIA DE LOS ANGELES NEYRA SOTO
ADNAN BREZNEF SANCHEZ ESQUIVEL

ASUNTO: APROBACION DE VISITAS A LAS OBRAS DE PALKIA E.I.R.L.

De mi mayor consideración.

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes a fin de saludarlos y darles conocimiento que se aprueba las visitas para llevar a cabo la vigilancia y control de consumo de agua en nuestras actividades para el desarrollo de la tesis "ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN PROCESOS DESARROLLADOS POR LA CONSTRUCTORA PALKIA EIRL PARA MEJORAR LA ECOEFICIENCIA, AREQUIPA 2021"

Sin otro particular quedo de Ud.

Arequipa, 05 de Julio del 2021.

PALKIA EIRL


Alexander R. Ocsa Vilca
GERENTE GENERAL



051-451810



Info@palkia Peru.com
Administracion@palkia Peru.com
Palkiaeirl@gmail.com



www.palkia Peru.com



Urb. Mariano Bustamante F-10
MARIANO MELGAR

Anexo 17: Plan de reducción de la huella hídrica para mejorar la eco eficiencia en la empresa constructora PALKIA E.I.R.L.

Generalidades

El Plan de manejo ambiental (PMA) puede definirse como la metodología de gestión ambiental que, en base al análisis, valoración y resultados obtenidos de una empresa, permite mitigar o controlar los impactos ambientales y sociales generados por las actividades de construcción de la constructora PALKIA E.I.R.L. Este proceso permite planificar, definir y facilitar el desarrollo de medidas ambientales destinadas a prevenir los impactos encontrados.

Este PMA ha considerado los siguientes lineamientos generales: la Norma ISO 14044 (2015) Gestión ambiental — Análisis del ciclo de vida — Principios y marco de referencia, la norma internacional UNE-EN 934-2:2010 - Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado, los Lineamientos de Política y Estrategia Nacional de Riego del periodo 2015-2025 elaborado por MINAGRI (2015).

Este PMA está conformado por propuestas y lineamientos específicos que permitirán reducir la huella hídrica de la empresa constructora PALKIA E.I.R.L. que permitirán reafirmar su compromiso y responsabilidad social y ambiental. Las propuestas establecidas en este PMA son medidas de carácter preventivo y propositivo relacionados a la reducción del gasto hídrico azul a través de la implementación de aditivos en los procesos constructivos que utilizan concreto (aditivos plastificantes), la utilización de aspersores al sistema de regado en las carreteras para reducir el gasto de agua en las partidas de mitigación ambiental, para la huella hídrica gris se hizo una propuesta de aplicación de humedales para la remoción de las aguas contaminadas con coliformes fecales y para la huella hídrica verde, no se aplicó ninguna estrategia porque la constructora PALKIA E.I.R.L. no utiliza agua almacenada en suelos para la realización de sus procesos constructivos, ni tampoco cuenta

con la infraestructura necesaria para almacenar agua de lluvia y poder utilizarlo.

Objetivos

Objetivo general

Prevenir, mitigar y proponer medidas para reducir el gasto hídrico, azul, gris y verde de la empresa constructora PALKIA E.I.R.L. a través de la aplicación de medidas técnico – ambientales, tomando como referencia las normas ambientales nacionales e internacional - ISO 14044 (2015).

Objetivos específicos

- Identificar todos los procesos o partidas que involucran un gasto hídrico importante en la ejecución de los procesos constructivos de la constructora PALKIA E.I.R.L.
- Evaluar estrategias para la reducción de la huella hídrica de la constructora a través de una fundamentación bibliográfica y técnica.
- Implementar las propuestas planteadas en todas las obras constructivas realizadas por la constructora realizando una comparación puntal con los gastos hídricos actuales de la empresa, para poder corroborar su eficacia.

Responsables

Los responsables de la elaboración de este plan ambiental son: Neyra Soto, María de los Ángeles (ORCID: 0000-0002-5020-6694) Sánchez Esquivel, Adnan Breznez (ORCID: 0000-0002-2873-3017).

La empresa PALKIA E.I.R.L. será quien cumpla cabalmente las medidas planteadas en este PMA como parte de sus obligaciones.

Contenido del plan de manejo ambiental

Este PMA ha sido preparado bajo un esquema que permita implementar las medidas por actividades del proyecto durante las etapas de construcción y operación, lo que a su vez permitirá mitigar los impactos asociados a dichas actividades.

El Plan de Manejo Ambiental comprende las siguientes actividades:

- Recolección de información
- Identificación de actividades de la constructora
- Implementación de estrategias de reducción hídrica
- Comparación y validación de propuestas de mitigación

Costos estimados

De acuerdo con Astorga (2018) en su investigación denominada “Propuesta y evaluación de un sistema de humedales artificiales”, Para estimar los costos de aplicación de humedales artificiales es necesario establecer su tipo, si son horizontales o verticales y el tamaño del humedal.

Humedal artificial horizontal:

a) Costo de construcción e instalación

De acuerdo con Astorga (2018), un humedal artificial horizontal de tamaño convencional (20.00 m²), considerando componentes como el sustrato, especies de plantas, geo membranas, construcción, piping (bombas) y mano de obra, tiene un costo de construcción e instalación aproximado de S/. 2773.75.

b) Costo de operación

De acuerdo con Astorga (2018), las operaciones de mantenimiento que un humedal artificial requiere son todas aquellas relacionadas con la poda de plantas (lo cual es esporádico). Según el autor, esta tarea puede ser llevada por un solo operario, ya que no existen riesgos ni peligros grandes al realizar la tarea. Debido a ello, el costo de operación anual, para un solo operario, ascendería a la suma aproximada de S/. 9510.00.

c) Flujo de caja

De acuerdo con Astorga (2018), aplicar los humedales artificiales permite el ahorro en los costos de operaciones de la empresa que lo utiliza, por ejemplo, puede ayudar a suplir la compra y uso de agua potable para el

riego de caminos (mitigación ambiental). De acuerdo a este estudio del 2018, esta operación permitiría ahorrar un aproximado de S/. 673.63.

Se puede estimar un costo total de implementación de un humedal artificial de tamaño convencional (20.00 m²) de S/. 11610.13.

Aditivos para el concreto:

De acuerdo con Sika (2013), aplicar aditivos para el concreto permite la reducción del uso de la pasta de cemento en el concreto, lo cual representa un impacto económico favorable, sin afectar las propiedades positivas del material. Para ello debe de recalcularse las dosificaciones y los costos económicos, como se muestra en la siguiente imagen:

Comparación

	Plastificante (Kg)	Cemento (Kg)	Agua (Kg)	A/C	Reduc. H ₂ O	Fluidez (Asent.)	Resistencia compresión kg/cm ²	Precio (cemento + aditivo) en soles
Concreto sin aditivo		320	208	0.65		10 cm	210	132
Más resistencia	1.44	320	187	0.59	10%	10 cm	253	139
Más plasticidad	1.44	320	208	0.65		18 cm	210	139
Igual A/C < cemento	1.44	288	187	0.65	10%	10 cm	210	119

Comparación de dosificaciones y costos en concreto aplicando aditivo.

Fuente: SIKA (2013)

Como se puede apreciar en la imagen anterior, aplicando aditivos en el concreto se puede reducir el costo del m³ del concreto en un 9.84%. Esto quiere decir que si el m³ de concreto estándar tiene un precio de S/. 131.00, aplicando el aditivo, el mismo m³ de concreto alcanza el valor de S/. 118.08.

Para la presente investigación se determinó que la cantidad total de m³ de concreto al cual se le aplicará el aditivo asciende a la cantidad de 482.33 m³ (Ver Tabla 38). Esta cantidad tendría un valor de S/. 63185.35. Si se aplica el aditivo de concreto a esta misma cantidad (482.33 m³) se obtendría un valor de S/. 56954.72, significando una reducción en los costos de S/. 6230.64.

Sistemas de riego de aspersores en carretera (mitigación ambiental)

De acuerdo con Holzapfel (2007), para poder determinar los costos de aplicación de un sistema de aspersor, es necesario identificar primero las siguientes variables: velocidad de aplicación del aspersor, tiempo de riego disponible, efecto del viento y el patrón de distribución del aspersor. Para este caso se consideró tomar como referencia solamente una marca (Rain Bird), el cual tiene una vida útil promedio de 5 años (puede variar entre 3 a 10 años). El modelo que se tomó como referencia es el de tipo 30 EH, el cual tiene las siguientes características:

Aspersor de Presión Media (Modelo: 30 EH (2))						
Arreglo (m ²)	Presión (kPa)	VA (mm h ⁻¹)	Caudal (L seg ⁻¹)	Tiempo de riego (h)	C. Unitario (\$)	
12 x 18	300	10,19	0,611	6	13.894	
Tiempo riego disponible (h)	Número de posturas por día	Área mínima regar (m ²)	Numero de aspersores	Caudal total (L s ⁻¹)	Costo fijo (\$ año ⁻¹)	Variación %
20	3	563	3	1,6	10.148	-
18	2	626	3	1,8	11.275	11.1
16	2	704	3	2,0	12.685	12.5
14	2	805	4	2,3	14.497	14.3
12	2	939	4	2,7	16.913	16.6

Tiempo de riego disponible y su efecto en el costo de implementación

Fuente: Holzapfel (2007)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el tiempo de riego es un factor esencial para determinar el costo fijo del sistema de riego. La disminución de horas en el regado puede significar el aumento de los costos fijos de hasta un 16,6%. Eso se debe a que el área mínima de riego aumenta a medida que las horas disminuyen, esto provoca que se tenga que aumentar el número de aspersores y como consecuencia, los costos fijos. Para la presente investigación considerando la cantidad de cisternas y las dimensiones de los trabajos de mitigación ambiental de la

constructora PALKIA E.I.R.L., se considera que será necesario el uso de 10 aspersores del modelo 30 EH, en donde el tiempo de regado (según la jornada laboral) es de 12 horas, se tendría un costo anual para el sistema de riego por aspersor de S/. 670.18.

Costos estimados totales

El costo de aplicación y mantenimiento de humedales artificiales y sistemas de riego por aspersores tendría un valor estimado anual de S/. 12280.30. El ahorro en los costos al aplicar humedales artificiales anualmente es de S/. 673.63. El ahorro en los costos al aplicar aditivos al concreto es de S/. 6230.64 (anualmente).

Se podría concluir, que el primer año de aplicación de estas estrategias significaría un costo de S/. 5376.04 (costos de aplicación y mantenimiento menos ahorro), pero con el paso de los años significaría una ventaja de ahorro (ganancia) sustancial para la empresa PALKIA E.I.R.L.

Recolección de información

a) Definición del objetivo y alcance

Según la norma ISO 14044 (2015), el objetivo del estudio se refiere a definir las siguientes cuestiones: aplicaciones previstas, razones para efectuar el estudio, el público objetivo, si el estudio se realizará de manera comparativa. Respecto al alcance, es necesario determinar los límites del sistema bajo estudio, la cobertura geográfica y temporal del estudio, si la evaluación de agua será integral y las condiciones de aplicabilidad de la solución propuesta.

b) Análisis del inventario de la huella de agua

Los cálculos de inventario deben de realizarse en función a la norma ISO 14044 (2006), en donde se explica que los datos obtenidos deben de haber cumplido un estándar de calidad en relación a: datos cuantitativos de entrada y salida, diagramas de flujos de los procesos unitarios, sumatorias coherentes entre las entradas y salidas. Los procedimientos de cálculo deben documentarse, especificarse y explicarse claramente.

c) Evaluación del impacto de la huella de agua

De acuerdo con la norma ISO 14044 (2015), se deben de representar los parámetros que cuantifiquen los impactos ambientales potenciales en un sistema de producto, proceso u organización relacionados con el agua. La evaluación puede estar en función a variables como: salud humana, calidad de ecosistemas, recursos (economía), cuestiones geográficas, disponibilidad o degradación de agua.

d) Interpretación de los resultados

De acuerdo con la norma ISO 14044 (2015), la interpretación de los resultados debe de considerar la contribución significativa referida al cálculo de agua (reducción de consumo, menor impacto ambiental, mejora en algún proceso, mitigación energética) en función a un indicador seleccionado. Es importante señalar que según la norma ISO 14044 (2015) “las decisiones sobre los impactos que se basan solamente en una cuestión ambiental, pueden estar en conflicto con los objetivos y metas relacionadas con otras cuestiones ambientales”.

Identificación de actividades de la constructora

Se identificará en campo los tipos de obra, factores ambientales y la anotación de todas las observaciones para su posterior análisis y llenado de ficha de recolección.

a) Ubicación de la empresa

La empresa constructora PALKIA E.I.R.L. está ubicada en (figura 7):

- Dirección Legal: Mza. F Lote. 19
- Urbanización: Mariano Bustamante (Costado de la Escuela Mariano Bustamante)
- Distrito / Ciudad: Mariano Melgar
- Departamento: Arequipa, Perú

b) Tipos de proyectos

- Obras de Edificaciones: Es una obra que se construye de modo artificial en un ambiente específico, necesitan un complejo sistema de planificación, diseño y ejecución.
 - Colegios
 - Infraestructura de institutos
 - Centros de salud
 - Centros comunales
 - Complejos deportivos
 - Parques recreacionales
 - Plazas
- Obras Hidráulicas: conformada por un conjunto de estructuras construidas con el principal objetivo de controlar el agua, cualquiera que sea su origen, con fines de aprovechamiento o de defensa.
 - Canales de riego
 - Estanques para riego
 - Reservorios de riego
 - Encausamientos
 - Defensas rivereñas
- Obras de Infraestructura vial: constituye la vía y todos sus soportes que conforman la estructura de las carreteras y caminos. Mantenimiento de carreteras: Actividades rutinarias y periódicas que se ejecutan para que las carreteras se conserven en buenas condiciones de transitabilidad.
 - Carreteras
 - Caminos vecinales
 - Obras viales de cunetas
 - Transitabilidad vehicular y peatonal con pavimento rígido con piedra laja o pavimento flexible, adoquín, pavimento articulado.

- Muros de contención
- Sistemas de drenajes de aguas para lluvia

En la visita que se dio en campo se identificaron que las actividades con mayor consumo de agua en los diferentes tipos de proyectos que ejecuta la constructora son: concreto simple, concreto armado, curado de concreto, mitigación ambiental, arquitectura. Se llenaron las fichas de recolección de datos con la cantidad de consumo por partida.

Implementación de estrategias

a) Aditivos para concreto: plastificantes

La estrategia para reducir el consumo de agua en el proceso de elaboración de las partidas relacionadas al concreto fue mediante la utilización de aditivos, en el mercado existen una cantidad amplia de opciones a utilizar, sin embargo, para este estudio se optó por elegir plastificantes.

Según Luna Tejada (2020) los plastificantes son aditivos que permiten reducir la cantidad de agua en un proceso constructivo sin poner en demérito su trabajabilidad debido al fenómeno de dispersión de las partículas de cemento, a diferencia de los concretos comunes en donde se produce la agrupación de los flóculos de cemento lo que conlleva a un mayor uso de agua en el procedimiento constructivo. Las ventajas de utilizar plastificantes son: una menor segregación de los agregados, menor porosidad en el material, una mayor resistencia mecánica en el elemento constructivo, mayor economía al reducir la cantidad de cemento, mayor plasticidad en el material constructivo (mejora en la compactación y colocación) lo que aumenta el rendimiento de los trabajadores y una disminución en la huella hídrica.

Luna Tejada (2020), también indica que otra ventaja de los aditivos plastificantes es que estos componentes pueden dispersar, reducir e incluso eliminar las floculas de cemento, dando como resultado que el agua lubrique en toda la mezcla con una menor dosificación. Además, que la disminución del agua utilizada está en función en incremento de la

durabilidad del concreto sin aumentar la dosificación de cemento, así como garantizar la reducción de la porosidad de la pasta de cemento y su permeabilidad.

De acuerdo con Hermida et al. (2013), como el plastificante produce que la pasta de cemento se vuelva más “liquida”, esta fluye más rápido, y por consecuencia, el concreto también lo hace, lo que permite reducir la cantidad de agua del mismo, transformando las características del pegante (denominado también pasta), dando como resultado que a menor cantidad de agua el concreto endurezca de forma eficiente. Hermida et al. (2013), mencionan que existen diferentes denominaciones o clases de aditivos entre los cuales podemos mencionar: Reductores de agua (plastificantes), retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes y superfluidificantes.

Según Rodríguez (2018), tanto la norma ASTM C 494 y la norma europea EN 934, indican que los plastificantes mencionados en el párrafo anterior exigen que por lo menos las sustancias reduzcan entre un 5 a 10 % de agua, frente a un concreto sin aditivo, logrando la misma trabajabilidad y funcionalidad.

Hermida et al. (2013), también indica que existen algunas líneas que están consolidadas en el mercado, caracterizadas por su durabilidad y su fácil aplicación en una situación de servicio como por ejemplo la línea Plastiment TM. Un aditivo que permite la capacidad de reducción de agua en el concreto sin afectar su manejabilidad.

Según Vidaud (2014), los aditivos plastificantes tienen un papel resaltante cuando se habla sobre la protección del medio ambiente, ya que ayudan a recargar las capas freáticas superiores del concreto lo que permite que la humedad se filtre a través del concreto y por porosidad se transmite al subsuelo, también por el hecho que el aditivo permita que la edificación sea más durable, este hecho indirectamente atenúa el impacto ambiental de las edificaciones, además de abaratar los costos en la construcción a largo plazo.

b) Aditivo para curado de concreto

CURADOR MEMBRATIL VISTA curador de tipo membrana acondicionado a las especificaciones ASTM clase A, que genera una membrana que proporciona una retención del 95% del agua en las estructuras de concreto por el periodo de 7 días. Es transparente y tiene la densidad suficiente para adherirse a elementos de concreto caravista, verticales, horizontales e inclinados. No daña ni decolora el concreto. Al hacer uso de este curador la reducción de consumo de agua será a un 100% ya que después de aplicar este curador no es necesario el uso de agua para las superficies de concreto como alternativa tradicional que se realiza durante 7 días con agua.

c) Mitigación ambiental – Uso de sistemas de riego en carretera

Según el MINAGRI et al. (2015), en el Perú, los sistemas de riego no están definidos, o no existe una consideración real de ellos, debido al desconocimiento por parte de las agrupaciones operadoras que utilizan el riego en sus procesos de producción o desarrollo. Debido a ellos las empresas que manejan volúmenes de agua para el regado (figura 6) en sus procesos constructivos deben de manejar los siguientes criterios.

- Primero, es necesario saber “cuánta agua de la que se gasta requiere mucho esfuerzo para ser obtenida, si la fuente de obtención son cuencas, sub cuencas o subsuelos” MINAGRI et al. (2015).
- Segundo, es necesario saber “saber cuantificar en dinero, lo que se está perdiendo con cada metro cúbico de agua que no se aprovecha bien.” MINAGRI et al. (2015).
- Tercero, es necesario “saber en forma rápida y sencilla, qué cantidad de tierras se podría irrigar si el agua mal aprovechada estuviese disponible.” MINAGRI et al. (2015).
- Tercero, es necesario “saber de qué magnitud será el costo de obras, para ir mejorando según la eficiencia hasta llegar a un nivel aceptable técnicamente” MINAGRI et al. (2015).

Según MINAGRI et al. (2015), el riego por aspersión es un método de riego mecanizado y presurizado, debido a que es necesario presión en

sus componentes mecánicos para poder mover el agua. Este método de riego no requiere hacer una nivelación del suelo, por lo que los procedimientos en donde se riega las veredas para eliminar el polvo son desestimados. Se puede estimar que la reducción de agua se puede reducir entre un 40 a 50 % en comparación a los métodos de regado tradicionales.

Según Martínez et al. (2010), la cantidad de agua que se reduce utilizando aspersores para el regado depende de los factores meteorológicos en donde se aplica este procedimiento. Para ello se considera el tiempo disponible para el regado (TD), las pérdidas por evaporación y arrastre (PEA) y el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CUC) promedio. Para cada estrategia el TD se debe calcular como el porcentaje de tiempo total en función con la velocidad del viento.

Tomando en cuenta la estimación en la reducción de la cantidad de agua utilizando aspersores en los sistemas de riego en carreteras, que según MINAGRI et al. (2015), tiene un valor entre 40 a 50 % sin considerar factores meteorológicos o agentes externos que pueden afectar la aspersion.

Comparación y validación de las propuestas

Huella hídrica azul

a) En base a información proporcionado por la empresa

Para reducir la huella hídrica azul, primero fue necesario identificar todos los procesos o partidas que involucran un gasto hídrico importante en su ejecución. Según las fichas de recolección de datos de la empresa PALKIA E.I.R.L., existe una cantidad importante de partidas involucradas con el concreto que representan un gasto hídrico importante.

Debido a ello, se realizó una propuesta para reducir la cantidad de agua utilizadas en todas las partidas que involucran el uso de concreto. Según Rodríguez (2018), tanto la norma ASTM C 494 y la norma europea EN 934, indican que los plastificantes mencionados en el

párrafo anterior exigen que por lo menos las sustancias reduzcan entre un 5 a 10 % de agua, frente a un concreto sin aditivo, logrando la misma trabajabilidad y funcionalidad. Para esta investigación se ha tomado el valor máximo de reducción, es decir 10%.

Entonces, el procedimiento consiste en realizar una COMPARACIÓN entre la cantidad de agua utilizada en todas las partidas de concreto con la cantidad de agua de todas las partidas de concreto aplicando un aditivo plastificante que permite reducir en un 10% la cantidad de agua.

- Obras de infraestructura

En esta primera etapa se realizarán las sumatorias de todos los volúmenes de agua utilizados que hacen un total de 389.91 volúmenes de agua azul. Este valor se compara con el obtenido aplicando el aditivo plastificante cuyo valor es de 343.92. Como se puede ver haciendo la comparación, se pudo reducir 11.80% del volumen total de agua utilizado en el proceso obras de edificaciones sin contar la partida Mitigación de polvo.

- Obras hidráulicas

Para esta variable también se aplica el mismo procedimiento anterior, haciendo una sumatoria de todos los volúmenes de agua utilizados en las partidas de concreto se obtuvo un valor de 50.15 m³. Aplicando el aditivo plastificante a las partidas de concreto se obtuvo como valor 44.11 m³. Haciendo la comparación se redujo en un 12.04% el volumen total de agua utilizado en el proceso obras de edificaciones sin contar la partida Mitigación de polvo.

- Infraestructura vial

Para esta variable también se aplica el mismo procedimiento anterior, haciendo una sumatoria de todos los volúmenes de agua utilizados en las partidas de concreto se obtuvo un valor de 94.58 m³. Aplicando el aditivo plastificante a las partidas de concreto se obtuvo como valor 93.33

m³. Haciendo la comparación se redujo en un 1.32 % el volumen total de agua utilizado en el proceso obras de edificaciones sin contar la partida Mitigación de polvo.

b) Huella azul en una situación real en partidas de concreto

De acuerdo con las visitas hechas a obra y los reportes por parte de los ingenieros encargados de las obras, se sabe que existe un excedente de gasto hídrico de las partidas más allá de lo estipulado en las fichas de recolección de datos. Este excedente es del 15% según las fuentes. Para esta etapa se aplicó un plastificante tipo MEMBRANIL VISTA, con una mayor capacidad de reducción de volúmenes de agua en obra. Aplicando la misma metodología de la etapa 1 se obtuvo:

- Obras de infraestructura

Haciendo una sumatoria de todas las subpartidas a las cuales se aplicaron aditivos tipo plastificante se obtuvo que se pudo reducir en 171.03 volúmenes de agua por proyecto de un total de 411.29 m³ utilizados originalmente. En porcentaje, esto representa una reducción del 41.58 % del volumen total de agua utilizado en el proceso obras de edificaciones sin contar mitigación ambiental.

- Obras hidráulicas

Haciendo una sumatoria de todas las subpartidas a las cuales se aplicaron aditivos tipo plastificante y el curador de concreto se obtuvo que se pudo reducir en 14.25 m³ de agua por proyecto de un total de 58.32 m³ utilizados originalmente. En porcentaje, esto representa una reducción del 24.43% del volumen total de agua utilizado en el proceso obras hidráulicas sin considerar la partida de mitigación ambiental.

- Infraestructura vial

Haciendo una sumatoria de todas las subpartidas a las cuales se aplicaron aditivos tipo plastificante se obtuvo que se pudo reducir en 2.20 m³ de agua por proyecto de un total de 12.71 m³ de agua azul por proyecto. En porcentaje, esto representa una reducción del 2.33% del volumen total de

agua utilizado en el proceso obras de infraestructura vial sin considerar la partida de mitigación ambiental.

c) Mitigación ambiental

- Obras de infraestructura

La mitigación ambiental de las obras de infraestructura (limpieza de polvo y desperdicios en obra) es de 1090.08 m³ de agua. Debido a ello, se propone como estrategia aplicar aspersores al sistema de riego en las carreteras para reducir el gasto de agua. Según MINAGRI (2015), esto permite reducir en un 50% el gasto de agua.

Aplicando esta estrategia se puede reducir en 545.04 m³ de agua.

- Obras hidráulicas

La mitigación ambiental en obras hidráulicas (limpieza de polvo y desperdicios en obra) es de 408.96 m³ de agua. Debido a ello, se propone como estrategia aplicar aspersores al sistema de riego en las carreteras para reducir el gasto de agua. Según MINAGRI (2015), esto permite reducir en un 50% el gasto de agua.

Aplicando esta estrategia se puede reducir en 204.48 m³ de agua.

- Infraestructura vial

La mitigación ambiental en infraestructura vial (limpieza de polvo y desperdicios en obra) es de 817.44 m³ de agua. Debido a ello, se propone como estrategia aplicar aspersores al sistema de riego en las carreteras para reducir el gasto de agua. Según MINAGRI (2015), esto permite reducir en un 50% el gasto de agua.

Aplicando esta estrategia se puede reducir en 408.96 m³ de agua.

Huella hídrica gris

Para este punto se incluyen toda el agua gastada en el uso administrativo (en donde se incluye su uso en obras de infraestructura, hidráulicas, y viales).

De acuerdo a la información recopilada, el gasto de agua gris observado en los últimos 6 meses en la constructora PALKIA E.I.R.L, es de 128 m³. Para que este resultado sea comparativo con los datos obtenidos de huella azul en la constructora, es necesario obtener un valor anual del volumen de agua gris usada, para ello, se busca obtener un promedio anual del consumo de agua en relación a la tendencia vista en el total mensual de volúmenes de agua gris, en donde se obtiene el valor anual de 255.96.

También se realizó un estudio para determinar la cantidad de coliformes fecales en los volúmenes de agua gris analizados anteriormente. Según los resultados obtenidos en laboratorio se obtuvo un valor de 2100 NPM/100 ml. (NMP por cada 100 ml.). La cantidad obtenida, muestra que la cantidad de coliformes fecales encontrados son prácticamente el doble a los permitido, debido a que la normativa nacional, exige que el valor máximo de concentración de coliformes fecales para su reutilización sea de 1000 NPM/100 ml.

Debido a ello para la mitigación del agua gris y su posterior uso se propone la siguiente estrategia:

d) Humedales artificiales

Según Paredes (2018), los humedales superficiales con ecosistemas elaborados por el ser humano que sirven para el tratamiento de aguas residuales grises, en este humedal intervienen especies vegetales que permiten la remoción de los coliformes fecales mediante procesos físicos, químicos y biológicos. El mismo autor indica en su investigación: “Estudio del comportamiento de los coliformes fecales en un humedal artificial de flujo subsuperficial para tratamiento de agua residual gris”, que pudo obtener una remoción del 99.18% de coliformes fecales utilizando humedales artificiales con una altura de lecho de 70 cm.

Aplicando esta estrategia al gasto hídrico gris de la constructora PALKIA E.I.R.L, se pudo hacer la remoción de un total de 255.96 volúmenes de agua. Esta agua tratada puede ser utilizada para el

regadío u otras actividades de limpieza en la constructora.

Huella hídrica verde

De acuerdo con Rendón (2015), la huella hídrica verde o agua verde, es el agua que se almacena en suelos no saturados y que puede ser absorbido por las raíces de las plantas, también puede provenir de lluvias, es altamente inmóvil y no requiere una infraestructura para almacenamiento y transporte. Su costo de uso es bajo.

En el caso de la constructora PALKIA E.I.R.L, la huella hídrica verde es inexistente, debido a que la empresa no utiliza agua almacenada en suelos para la realización de sus procesos constructivos, ni tampoco cuenta con la infraestructura necesaria para almacenar agua de lluvia y poder utilizarlo. El gasto hídrico para sus procesos constructivos en su totalidad se basa en la utilización de agua azul.

Anexo 17: Ficha técnica de aditivos



Sika Informaciones Técnicas
Aditivos para Concreto
Una visión actual



Plastificantes / plastificantes retardantes



Los plastificantes han sido con cierta frecuencia subestimados pero son en realidad sustancias cuya altísima eficiencia les permite perdurar en la producción actual de concreto. Basadas en compuestos orgánicos, los plastificantes logran optimizar los diseños de concreto disminuyendo las necesidades de agua y cemento para alcanzar las propiedades exigidas por la construcción.

El efecto directo de un plastificante sobre la pasta de cemento es disminuir la viscosidad de la misma. Un plastificante hace que la pasta de cemento se vuelva más "líquida", fluya más rápido. Lo logra recubriendo las partículas de cemento y provocando una repulsión entre estas. Cuando las partículas se repelen entre sí, existe menos resistencia al flujo del conjunto (menos fricción), tiene lugar además una eliminación de micro flóculos, lo que permite la liberación y mejor distribución del agua.

De esta forma la pasta de cemento fluye más y por ende el concreto también lo hace. Una mayor fluidez del concreto permite entonces disminuir la cantidad de agua del mismo, modificando por lo tanto las propiedades de la pasta (o pegante), que con menos agua aumentará su resistencia en estado endurecido. Si en vez de eliminar agua se elimina simultáneamente agua y cemento (pasta) conservando la misma calidad de pasta (misma proporción de agua y cemento), se puede mantener la resistencia y fluidez con un menor contenido de agua y cemento. El costo de un plastificante es en general más bajo que el de agua y cemento que permite ahorrar, es allí donde se logra un concreto optimizado.

Los plastificantes deberían ser llamados reductores de pasta en vez de reductores de agua. Ellos permiten mantener una resistencia y una manejabilidad dadas del concreto, con un menor contenido de cemento y agua. La tabla 1, expone un ejemplo de inclusión de un plastificante para una resistencia y un asentamiento dados.

Los concretos en general todos, antes de 1930 se fabricaron y usaron sin aditivos incluidos los plastificantes. Es más hoy en día la mayor parte del concreto artesanal que se mezcla en las calles no incluyen aditivos, sin embargo estos concretos como lo muestra la tabla 1, son más costosos.

La fabricación de concreto a escala industrial exige el uso de ingeniería, una aproximación científica al material y la optimización del recurso. De esta forma como lo muestra la tabla 1, (que es una aproximación que depende de los materiales involucrados) incluir un plastificante permite una reducción de cemento y de agua logrando la misma fluidez y la misma resistencia a un menor costo.

La disminución de la pasta de cemento en el concreto además de un beneficio económico implica: disminución de la retracción del concreto, disminución de la cantidad de calor generado, disminución de la fluencia, disminución de la permeabilidad a los líquidos y un aumento en la resistencia a la abrasión, un ligero aumento en el módulo elástico y en general una mayor durabilidad del material.

Los plastificantes o reductores de agua (pasta) permiten la fabricación de concretos a un menor costo y con un mayor desempeño. Los plastificantes se incluyen en el concreto para que actúen directamente sobre el cemento y las adiciones, en algunas ocasiones cuando existe un porcentaje de finos importante en los agregados también pueden ser absorbidos por la superficie de estos y por lo tanto deben considerarse en el cálculo de su dosificación.

	Plastificante (Kg)	Cemento (Kg)	Agua (Kg)	A/C	Reduc. H ₂ O	Fluidez (Asent.)	Resistencia compresión kg/cm ²	Precio (cemento + aditivo) en soles
Concreto sin aditivo		320	208	0.65		10 cm	210	132
Más resistencia	1.44	320	187	0.59	10%	10 cm	253	139
Más plasticidad	1.44	320	208	0.65		18 cm	210	139
Igual A/C < cemento	1.44	288	187	0.65	10%	10 cm	210	119

Tabla 1. Principio de uso de un plastificante.

De acuerdo con el ACI un aditivo es una sustancia diferente al cemento, adiciones minerales, agregados y fibras, que se incluye en el concreto en un volumen inferior al 5% del peso del cementante.

Como vemos las dosificaciones de los aditivos son en general bajas. Un plastificante como los Plastiment se dosifican entre 0.2% al 1% del peso del cementante. Estas dosificaciones pueden aumentar incluso duplicándose para ciertas condiciones especiales como en Concreto Compactado con Podillo o en concreto con bajos contenidos de pasta.

Existen numerosas clasificaciones de aditivos, sin embargo una de las más usadas corresponde a la norma ASTM C 494. Esta norma cuya primera versión se remonta a 1962 establece hoy en día, los siguientes tipos de aditivos:

- ▲ Tipo A - Reductores de agua (Plastificantes).
- ▲ Tipo B - Retardantes.
- ▲ Tipo C - Acelerantes.
- ▲ Tipo D - Reductores de agua y retardantes.
- ▲ Tipo E - Reductores de agua y acelerantes.
- ▲ Tipo F - Reductores de agua de alto rango o superfluidificantes.
- ▲ Tipo G - Reductores de agua de alto rango y retardantes o superfluidificantes y retardantes.

Por supuesto la ASTM C 494 expone solo una de muchas clasificaciones, como puede ser la expuesta en la norma EN 934 que tiene una clasificación de aditivos similar, pero más amplia. (EEUU, Europa).

Dentro de la definición de un plastificante ambas normatividades exigen que la sustancia debe reducir por lo menos un 5% de agua, frente a un concreto sin aditivo para lograr igual manejabilidad y al mismo tiempo debe superar en por lo menos un 10%, la resistencia alcanzada por el concreto o mortero que no incluye el aditivo.

Los plastificantes se usan principalmente en aplicaciones donde no es deseable alterar los tiempos de fraguado. Sin embargo hoy en día la mayor parte de los plastificantes tienen un efecto de retardo que le permite al concreto ser transportado. Los plastificantes puros (Tipo A) son usados de forma limitada en el mercado.

Los plastificantes-retardantes (Tipo D) son los más usados en la fabricación de concreto premezclado puesto que aprovechan las ventajas de reducción de cemento y agua y al mismo tiempo tienen un efecto sobre los tiempos de fraguado que facilita su transporte sobre todo en climas cálidos.



La temperatura es en general un catalizador de las reacciones químicas y la hidratación del cemento no es una excepción. El uso de plastificantes-retardantes es prácticamente indispensable en el transporte, colocación y terminado de concretos en climas de alta temperatura puesto que le permite al material no fraguarse antes de haber sido consolidado.

Los plastificantes están constituidos en general por compuestos orgánicos como carbohidratos, aminas en cierta medida y otros compuestos para regular su estabilidad.

La línea Plastiment TM se constituyen en las principales variedades de la línea plastificante. Así cada uno de los Plastiment tiene unas características definidas en las que se balancea su capacidad de reducción de agua (pasta) y su poder retardante.

La figura 1, expone justamente la capacidad de reducción de agua para igual manejabilidad de dos Plastiment. De esta forma todos los concretos comparados, tienen igual asentamiento, igual cuantía de cemento, lo único que cambia es una dosis creciente de aditivo y por lo tanto una cantidad decreciente de agua.

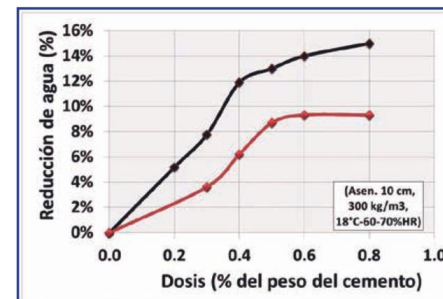


Figura 1. Curva de eficiencia de dos Plastiment en los que se evidencia su capacidad de reducción de agua y su límite de saturación.

Los aditivos plastificantes-retardantes son sustancias que nos permiten modificar los componentes del concreto optimizándolo, al mismo tiempo que ajustan las características del material a nuestras necesidades de fluidez, transporte y resistencia entre otros.

Como lo evidencia la figura 1, a partir de cierta dosis el efecto del aditivo, por lo menos en lo que se refiere a su capacidad plastificante tiene un límite. A partir de cierta dosis los aditivos no pueden fluidificar más el concreto por lo que el incremento en la dosis por encima de este límite se traducirá solo en un efecto sobre el fraguado.

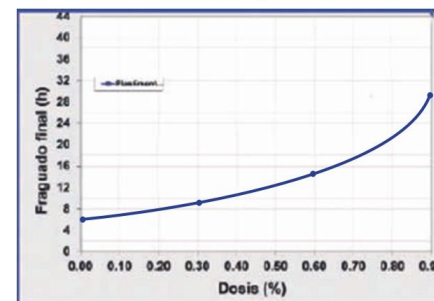


Figura 2. Curva de incremento en los tiempos de fraguado final para un Plastiment dado con un cemento determinado. Temperatura 16°C - 20°C HR 65%-75%

La figura 2, nos muestra uno de los Plastiment con mayor efecto sobre el fraguado para un cemento dado, como vemos la forma de la curva es exponencial lo que significa que sobredosificaciones pueden llevar a fraguados extremadamente largos.

Las dosis de los aditivos establecidas para un concreto dado deben respetarse, si no se quieren efectos inesperados sobre el comportamiento del material.

