



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



#### TESIS

#### IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA SICMA S.A.C. - REGIÓN PUNO

#### PRESENTADA POR:

LIZBETH LUCY VENEGAS CARAZAS

#### PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO**  
**AMBIENTE**

**TESIS**

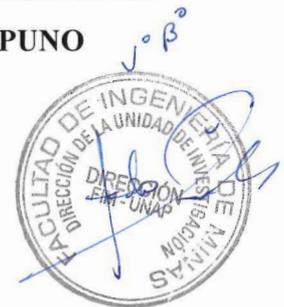
**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA  
EMPRESA CONSTRUCTORA SICMA S.A.C. - REGIÓN PUNO**

**PRESENTADA POR:**

**LIZBETH LUCY VENEGAS CARAZAS**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE**



APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE



Firmado digitalmente por  
VILLAFUERTE PRUDENCIO Nazario  
FAU 20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 23.01.2023 18:38:34 -05:00

.....  
Dr. NAZARIO VILLAFUERTE PRUDENCIO

PRIMER MIEMBRO



Firmado digitalmente por VERA  
SANTA MARIA, Jose Justiniano FAU  
20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24.01.2023 17:48:11 -05:00

.....  
Dr. JOSÉ JUSTINIANO VERA SANTAMARÍA

SEGUNDO MIEMBRO



Firmado digitalmente por HUAMANI  
PERALTA Alcides FAU 20145496170  
soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 23.01.2023 21:28:08 -05:00

.....  
Dr. ALCIDES HUAMANI PERALTA

ASESOR DE TESIS



Firmado digitalmente por FLOREZ  
FRANCO Rogelio Olegario FAU  
20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24.01.2023 20:10:32 -05:00

.....  
Dr. ROGELIO OLEGARIO FLOREZ FRANCO

Puno, 06 de enero de 2023

**ÁREA:** Ciencia, tecnología y medio ambiente  
**TEMA:** Gestión ambiental  
**LÍNEA:** Evaluación ambiental



## DEDICATORIA

Dedicado a Dios

A mis amados padres, Rogelio y Lucía, por su apoyo e infinita bondad

A mis queridos hermanitos, Jhon y Rodrigo, por su inmenso amor y cariño



## AGRADECIMIENTOS

A mi preciada Universidad Nacional del Altiplano, mis jurados, docentes y asesor, los cuales fueron el fundamento para la realización de mis estudios de doctorado.

A mis amados padres y hermanos, por su grandioso ejemplo de superación, por su paciencia y apoyo incondicional; desde el comienzo de mis estudios doctorales hasta la culminación de la tesis; quienes siempre han sido mi motivación, fortaleza y soporte en el camino de mi vida.

A la empresa SICMA S.A.C. y la gerencia de proyectos, por su apoyo y por compartir sus experiencias y conocimientos.

A mis amistades, por compartir gratos momentos durante el tiempo de investigación.



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico	3
1.1.1 El sector de la construcción y el medio ambiente	3
1.1.2 Residuos de la construcción	4
1.1.3 Las empresas en el sector construcción	5
1.1.4 La gestión ambiental	6
1.1.5 Normalización de la gestión ambiental en el Perú	6
1.1.6 Sistemas de gestión ambiental	8
1.2 Antecedentes	12

### CAPÍTULO II

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	15
2.2 Enunciados del problema	16
2.3 Justificación	16
2.4 Objetivos	17



2.4.1	Objetivo general	17
2.4.2	Objetivos específicos	17
2.5	Hipótesis	18
2.5.1	Hipótesis general	18
2.5.2	Hipótesis específicas	18
<b>CAPÍTULO III</b>		
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>		
3.1	Lugar de estudio	19
3.2	Población	19
3.3	Muestra	19
3.4	Métodos de investigación	20
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	20
3.5.1	Del primer objetivo específico	20
3.5.2	Del segundo objetivo específico	24
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
4.1	Exposición de resultados	28
4.2	Diagnóstico ambiental	28
4.3	Desempeño ambiental	55
4.4	Contrastación de hipótesis	72
4.5	Discusión	77
<b>CONCLUSIONES</b>		79
<b>RECOMENDACIONES</b>		81
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		83
<b>ANEXOS</b>		88



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Parámetros y uso de equipos para monitoreo ambiental de calidad del aire	22
2. Parámetros para muestreo de emisiones gaseosas	22
3. Parámetros de campo para monitoreo ambiental del agua	23
4. Referencia de los métodos de ensayo	23
5. Parámetros y uso de equipos para monitoreo de calidad ambiental del aire	25
6. Parámetros para muestreo de emisiones gaseosas	25
7. Escala de Likert – Criterios de evaluación	27
8. Datos generales del proyecto	29
9. Ubicación de las estaciones de monitoreo de aire	43
10. Resultados de concentración de material particulado PM10	44
11. Resultados de concentración de monóxido de carbono	45
12. Resultados de concentración de dióxido de azufre	46
13. Resultados de concentración del dióxido de nitrógeno	47
14. Ubicación de la estación de monitoreo de agua CAL-01	48
15. Resultados de análisis de la calidad de agua	48
16. Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo	50
17. Resultados del monitoreo ambiental de calidad del suelo	51
18. Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental	52
19. Resultados del monitoreo ambiental del ruido	53
20. Resultados del diagnóstico del sistema de gestión ambiental en SICMA S.A.C.	54
21. Resultados de la implementación de la norma ISO 14001:2015 en la constructora SICMA S.A.C.	56
22. Ubicación de las estaciones de monitoreo de aire	62
23. Resultados de concentración PM 10	62
24. Resultados de la concentración de monóxido de carbono	63
25. Resultados de la concentración de dióxido de azufre	64
26. Resultados de la concentración de NO2	65
27. Ubicación de la estación de monitoreo de agua	66
28. Resultados del monitoreo ambiental de calidad del agua	67
29. Ubicación de los puntos de monitoreo para evaluación de calidad del suelo	68
30. Resultados de laboratorio de los parámetros evaluados de calidad del suelo	69



31. Ubicación de las estaciones para monitoreo ambiental del ruido	70
32. Resultados de niveles de ruido ambiental - diurno	70
33. Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov	73
34. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo	73
35. Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov	73
36. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo	74
37. Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov	74
38. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo	74
39. Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov	75
40. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo	75
41. Procesamiento de datos estadísticos	76
42. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk	76
43. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo	77
44. Resultados de concentración de material particulado PM2.5	98
45. Resultados de los factores meteorológicos monitoreados	98
46. Data meteorológica	98
47. Resultados de los factores meteorológicos evaluados	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Ubicación SICMA S.A.C.	28
2. Ubicación del proyecto	29
3. Clasificación del personal	37
4. Encuestados según su cargo	37
5. Características de los encuestados según su profesión o especialidad	38
6. Encuestados según años de experiencia	38
7. Evaluación de profesionales antes de la implementación de la norma	39
8. Evaluación del personal de obra, antes de la implementación de la norma	40
9. Cumplimiento de la legislación ambiental	41
10. Subcomponentes del proyecto en relación a los factores ambientales	42
11. Impacto ambiental antes de la implementación de la norma	42
12. Concentración de material particulado PM10	44
13. Concentración de monóxido de carbono	45
14. Concentración de dióxido de azufre	46
15. Concentración de dióxido de nitrógeno	47
16. Resultados de niveles del ruido ambiental	53
17. Resultados del diagnóstico del SGA en la constructora SICMA S.A.C.	55
18. Evaluación del personal después de la implementación de la norma	59
19. Evaluación del personal después de la implementación de la norma	60
20. Cumplimiento de los requisitos legales ambientales	60
21. Impacto ambiental después de la implementación de la norma	61
22. Concentración de material particulado PM10	63
23: Gráfico de concentración de CO	64
24. Gráfico de concentración de SO2	65
25. Gráfico de concentración de NO2	66
26. Resultado del monitoreo del ruido ambiental	71
27. Resultados de la implementación del SGA en la constructora SICMA S.A.C.	72
28. Organigrama - SICMA SAC 2018	90
29. Organigrama del proyecto – Juli 2018	90
30. Zonas de monitoreo de aire CA - 01 PTAP, CA - 02 panamericana	101
31. Estación de monitoreo CA-AR02, equipos empleados para el monitoreo	101



32. Estaciones del monitoreo de agua CA-A01, suelo CS-01	101
33. Puntos de monitoreo del suelo CA-S02, CS-04	102
34. Zonas de monitoreo de calidad del ruido RA - 01, RA - 03	102
35. Punto de monitoreo de calidad del ruido CA-R06, zonas de trabajo	102



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
1. Lista maestra de documentos para evaluación del SGA (sistema de gestión ambiental)	88
2. Organigramas para identificar la jerarquía del personal en la organización	90
3. Matriz legal ambiental para identificar requisitos y evaluar cumplimiento	91
4. Matriz para identificar aspectos y evaluar impactos ambientales	93
5. Otros parámetros del monitoreo ambiental	98
6. Matriz de consistencia	100
7. Panel fotográfico	101

## RESUMEN

Una de las actividades económicas más significativas alrededor del mundo, es el sector construcción, empero su crecimiento conlleva una serie de actividades que generan impactos negativos al medio natural, acrecentadas por las actitudes de la población, el problema de la contaminación se agrava, sin embargo, las empresas dedicadas a este rubro le dan poca importancia a la reducción de los riesgos ambientales; por esta razón, la investigación se fundamentó en determinar la diferencia significativa del sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma internacional ISO 14001:2015 en la empresa constructora SICMA S.A.C.; para lo cual, se realizó el diagnóstico inicial, donde se determinó el nivel de conocimiento y conciencia ambiental del personal que labora en la compañía, se identificó y evaluó los aspectos e impactos ambientales, el cumplimiento de los requisitos legales en el medioambiente, de igual manera se hizo el monitoreo ambiental correspondiente; finalmente, posterior a la implementación de la normativa se evaluó el desempeño ambiental, aplicando el modelo metodológico de la normativa ISO 14001:2015 Sistema de Gestión Ambiental; el tipo de estudio es descriptivo y explicativo, de diseño pre-experimental. Los resultados demuestran la hipótesis del investigador, si existe una diferencia significativa (37%) en relación al diagnóstico inicial, por ello, se concluye que la implementación de la norma si tiene mejoras importantes en el desempeño medioambiental de la constructora SICMA S.A.C.; se espera la difusión del trabajo de investigación para que sea implementado en las empresas como una estrategia de mejora.

**Palabras clave:** contaminación, empresas constructoras, ISO 14001:2015, Sistema de Gestión Ambiental



## ABSTRACT

One of the most significant economic activities around the world, is the construction sector, however its growth involves a series of activities that generate negative impacts to the natural environment, increased by the attitudes of the population, the problem of pollution is aggravated, however, companies engaged in this area give little importance to reducing environmental risks; for this reason, the research was based on determining the significant difference of the environmental management system, before and after the implementation of the international standard ISO 14001:2015 in the construction company SICMA S. A.C.; for which, the initial diagnosis was performed, where the level of knowledge and environmental awareness of the personnel working in the company was determined, the environmental aspects and impacts were identified and evaluated, the compliance with legal requirements in the environment, in the same way the corresponding environmental monitoring was done; finally, after the implementation of the standard the environmental performance was evaluated, applying the methodological model of the ISO 14001:2015 Environmental Management System standard; the type of study is descriptive and explanatory, pre-experimental design. The results demonstrate the hypothesis of the researcher, if there is a significant difference (37%) in relation to the initial diagnosis, therefore, it is concluded that the implementation of the standard does have significant improvements in the environmental performance of the construction company SICMA S.A.C.; the dissemination of the research work is expected to be implemented in companies as an improvement strategy.

**Keywords:** companies, ISO 14001:2015, environmental management system, pollution

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es considerado uno de los factores fundamentales para el crecimiento de un país, los proyectos de construcción constituyen un valor relevante en la economía, sin embargo, por su naturaleza los procedimientos de construcción no son amigables con el medioambiente, agravado a que muy pocas empresas constructoras o contratistas le dan importancia, por tanto, los problemas ambientales incrementan; de esta manera, la investigación se origina como iniciativa para abordar la relación entre la empresa y el medioambiente.

La empresa constructora SICMA S.A.C. constituido en la región de Puno, durante los últimos años, gozó de un considerable crecimiento; sin embargo, sus actividades se asocian al consumo de recursos naturales, lo que genera diversos problemas ambientales como la contaminación por ruido, agua, aire, suelo y otros, a esto se adiciona, el limitado conocimiento y conciencia ambiental por parte de los profesionales que intervienen en la construcción, el carente cumplimiento de los requisitos legales ambientales entre otros, por estas razones, se genera la necesidad de que las empresas desarrollen un sistema de gestión ambiental para la mejora del desempeño de sus procedimientos. (Basañez, 2017).

Un sistema de gestión ambiental (SGA) es un mecanismo, mediante el cual una entidad es capaz de controlar sus actividades y procedimientos, los cuales pueden causar o causan impactos en el medioambiente; es considerado como una herramienta eficaz (Zamora, 2017) para disminuir los impactos ambientales relevantes, mejorar el empleo de los recursos, contribuir al cumplimiento legal ambiental, mejorar el conocimiento y sensibilización ambiental de la organización (Enshassi et al., 2014) y otros.

La revisión bibliográfica permitió constatar que el sector construcción, en temas ambientales, ha sido poco estudiado; en este trabajo de investigación se realizó el diagnóstico y desempeño del sistema de gestión ambiental en la empresa constructora SICMA S.A.C., antes y después de la implementación de la norma internacional ISO 14001, mediante el modelo metodológico de la norma en mención.

La investigación contiene cuatro capítulos; en el primer capítulo se efectuó la verificación de investigaciones precedentes, por ende consta del marco teórico y antecedentes; en el segundo apartado se identificó y formuló el problema de investigación, así como, la justificación, los objetivos y las hipótesis tanto generales como específicas de la pesquisa;



en la tercera parte se presentó el lugar de estudio, la población, la muestra, los métodos de investigación y la descripción precisa por cada uno de los objetivos específicos; en el cuarto capítulo se expuso los resultados del diagnóstico y desempeño ambiental realizado en la constructora, luego, se determinó si existe una diferencia significativa del sistema de gestión ambiental, antes y después de la implantación de la norma internacional ISO 14001:2015 en la empresa constructora SICMA S.A.C., a continuación se desarrolló la discusión, por último, se presentó las conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco teórico

##### 1.1.1 El sector de la construcción y el medio ambiente

Acorde a la interpretación de la Conferencia de las Naciones Unidas de Estocolmo, el medioambiente es “el grupo de elementos físicos, químicos, biológicos y aspectos sociales capaces de causar consecuencias inmediatas o colaterales, en un periodo de tiempo reducido o prolongado, sobre los seres vivos presentes en el lugar”, es decir todos los factores bióticos (plantas, animales, etc.) y abióticos (clima, agua, suelo, aire, etc.) que componen la biosfera (Lannelongue, 2011).

Una de las industrias más importantes en el contexto monetario internacional, es la construcción, su crecimiento tiene un impacto inmediato en la sociedad (Rea, 2017); así mismo, una de las naciones con gran biodiversidad ecológica en el mundo es el Perú, dotado con una enorme cantidad de recursos naturales (Sánchez et al., 2007), de acuerdo al crecimiento del PIB nacional en los últimos diez años, la construcción junto con la minería, es uno de los sectores que más ha crecido de forma regular, llegando a incrementar casi un 350% en once años (Miranda et al., 2014), sin embargo, el impulso de la actividad constructiva ha acrecentado también los problemas socio – ambientales (Chavez, 2014).

Las labores constructivas tienen un impacto en el medio ambiente, de forma favorable como desfavorable (Gracia, 2006), los resultados perjudiciales de los procedimientos de construcción en el medioambiente son elevados; en expresiones financieras, no siempre es fácil cuantificar los gastos sociales y medioambientales de las actividades constructivas (Zamora, 2017). Por ejemplo, la construcción de edificios, redes de agua potable y desagüe, carreteras, viviendas, etc. favorece el desarrollo económico de un

país; sin embargo, al mismo tiempo, consume gran cantidad de recursos no renovables, generando una enorme cantidad de desechos, los cuales contribuyen a la polución del aire, agua, suelo, entre otros.

Onkangi et al. (2018) afirma que el causante de un tercio de las emanaciones de gases de efecto invernadero (GEI) es el sector construcción y tiene una huella de carbono de gran tamaño que se atribuye al uso de los materiales de dicha industria. Las actividades constructivas en su mayoría se basan en el uso de recursos naturales y se afirma que contribuye con más del 33% de los materiales de desecho en los vertederos. Por estas razones, actualmente se están desarrollando diversas líneas de investigación, ya que el efecto directo e indirecto de los procesos constructivos en el medioambiente y las propuestas para mitigarlo, son temas de relevancia a nivel mundial (Rea, 2017).

### **1.1.2 Residuos de la construcción**

Los residuos de los procesos constructivos y demolición de los mismos, se define como los materiales residuales generadas durante la construcción, reforma, mantenimiento o demolición de infraestructuras, no obstante, la normativa también incluye las que se producen como resultado de desastres naturales o en el ámbito tecnológico, los elementos característicos incluyen asfalto, metales, yeso, pintura, cerámicos, madera, ladrillos y otros (Carcamo, 2008).

El crecimiento del sector constructivo, origina al mismo tiempo un incremento considerable de generación de residuos sólidos, este sector, debido a sus particularidades, es un productor constante de residuos (Rea, 2017); con respecto al punto de procedencia de los residuos de construcción, la bibliografía indica que es variable y depende de diversos factores, de acuerdo a las fases del proyecto desde el inicio hasta el final (Ramirez, 2014), empero, en la fase de construcción es donde se generan grandes cantidades de residuos de hormigón, ladrillos, cerámicos, madera, vidrio, plástico, etc. (Garcia, 2015).

La mayor parte de estos residuos son aprovechables, empero no han sido debidamente procesados, lo que en muchos casos ha provocado, daños críticos sobre los factores ambientales (J. C. Ramirez, 2014), por ello surge la necesidad de planificar las actividades constructivas que se desarrollan, de esta manera, controlar y gestionar los residuos generados (Carcamo, 2008).

### 1.1.3 Las empresas en el sector construcción

En los últimos años la preocupación por los problemas medioambientales tuvo un crecimiento significativo entre organizaciones, instituciones públicas, consumidores y en varias instancias de la sociedad (Basañez, 2017). El efecto de la actividad empresarial en el medioambiente tiene una importancia asombrosa en el mundo actual, en primer lugar por la necesidad en que sus actividades económicas sean responsables con el medio natural y en segundo lugar porque es un tema decisivo en el enfoque competitivo de las empresas (Lannelongue, 2011).

Las empresas son actores fundamentales, ya que son los principales consumidores de los recursos medioambientales, y de manera simultánea son las principales responsables de la polución y producción de residuos, tanto de manera directa, a partir de sus procedimientos de producción, como de forma indirecta a través de sus resultados; este modelo de crecimiento financiero requiere gran cantidad de recursos naturales, cuya naturaleza no es capaz de renovar por sí sola (Heras et al., 2008). Por estas razones, la relación entre el empresario y el medioambiente, es una cuestión de primera importancia (Lannelongue, 2011), ya que es necesario ampliar los modelos de gestión medioambiental con el fin de proteger los recursos naturales.

Este interés tanto social como empresarial por el daño del medioambiente se ha convertido en una exigencia para que las empresas adopten una conducta más respetuosa y responsable con el medio natural (Heras et al., 2008). Hoy en día, las empresas necesitan técnicas innovadoras, para gestionar de modo integral y lograr optimizar recursos y maximizar resultados (Cuba, 2015), el punto clave de la responsabilidad social de los directivos, gestores de las organizaciones y/o empresarios ha de ser la gestión medioambiental (Pérez & Bejarano, 2008).

Para que una empresa demuestre su compromiso con la problemática ambiental, es necesario que implante un sistema de gestión ambiental en su organización (Gracia, 2006), según Piñeiro & García (2007) casi el 70% de las empresas constructoras en España tienen un instrumento de gestión ambiental implantado y certificado, según la referencia de la normativa ISO 14001 y escasamente un 10,94% afirma que no tiene planificado establecer dicho sistema; mientras que en Perú una realidad distinta se muestra, Chavez (2014) en un estudio realizado en Lima metropolitana afirma que, son pocas las organizaciones que tienen un instrumento de gestión ambiental, ya que

en la mayoría de ellas se hace empíricamente, quedando simplemente en el papel debido a la escasez de un organismo supervisor.

#### **1.1.4 La gestión ambiental**

La gestión ambiental ha tenido diversos modos de interpretación, sin embargo todos ellos coinciden en su función esencial, que es la protección ambiental (Zamora, 2017), su objetivo fundamental es la compatibilidad entre el entorno natural y las acciones del ser humano, a partir de instrumentos que permitan la viabilidad de los procesos en las organizaciones (Chavez, 2014), para alcanzar los objetivos del desarrollo sustentable. Este grupo de actividades de gestión permite controlar los impactos sobre el medioambiente, los cuales provienen de los procedimientos, servicios o producción de una empresa (Puga, 2004).

No obstante, la gestión ambiental es un tema más extenso que lo referido al sistema de gestión ambiental, empero ciertamente el éxito de este último fue tal, que los términos se confunden ocasionalmente. En la década de los noventa tanto las instituciones públicas como privadas trataron de aumentar el conocimiento medio ambiental en las organizaciones mediante la difusión de normativa nacional e internacional y con la finalidad de facilitar la práctica de este sistema de gestión ambiental (Basañez, 2017).

#### **1.1.5 Normalización de la gestión ambiental en el Perú**

El artículo 2do, literal 22 de la Constitución Política del Perú, dispone que es obligación principal del estado peruano, asegurar el derecho de todas las personas a gozar del descanso y ocio, del mismo modo disfrutar del medio apropiado y equilibrado que mejore el desarrollo de los seres vivos (Congreso de la República del Perú, 1993), por tanto constituye un derecho fundamental del ser humano mantener dicho entorno sano, adecuado y equilibrado, para mejorar su calidad de vida.

La autoridad ambiental en el Perú, es el Ministerio del Ambiente (MINAM), cuyo objetivo es la preservación del ambiente natural, planificando, coordinando y supervisando las medidas dirigidas a la conservación ambiental y al patrimonio natural, su labor incluye acciones técnicas y normativas de ámbito nacional en temas de legislación ambiental, fue aprobado a través de Decreto Legislativo N° 1013-2008 (El peruano, 2008).

En nuestro país se aplican normas internacionales por medio de INDECOPI, la instancia que interviene en la adecuación de normativa sobre gestión ambiental es el comité técnico de normalización (Chavez, 2014), a continuación se presentan algunas normas ambientales vigentes como referencia; sin embargo debido al constante cambio y reciente implementación de estas normas, pudieran llegar a ser sustituidas, modificadas y/o derogadas posterior a la difusión del presente trabajo de investigación.

- Ley N° 28611: Ley general del medioambiente en Perú, donde se establece el derecho de cada persona a respirar en un entorno sano y apropiado para la vida.
- Ley N° 26842: El artículo 103° de la ley general de salud señala que la conservación ambiental es responsabilidad de todos.
- R.D. N°1404-2005-DIGESA/SA: Es el protocolo de monitoreo y manejo de datos de calidad del aire, dispuesto por la Dirección General de Salud Ambiental.
- D.S. N° 003-2017-MINAM: Donde se aprueba el reglamento y los lineamientos de estrategia de los estándares de calidad ambiental (ECA) de aire, para alcanzarlos progresivamente.
- D.S. N°010-2019-MINAM: Protocolo nacional de monitoreo de la calidad Ambiental del aire
- D.S. N°004-2017-MINAM: Donde se aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) del agua, para su aplicación.
- D.S. N°011-2017-MINAM: Donde se aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) del suelo.
- Guía de muestreo suelo – MINAM.
- D.S. N°085-2003-PCM: Donde se aprueba el reglamento y disposiciones complementarias de los estándares de calidad ambiental (ECA) del ruido.
- R.M. N° 227-2013-MINAM: Documento por el cual se aprueba el protocolo de monitoreo del ruido en el medio ambiente.
- D.S. N° 001-2015-VIVIENDA: Se aprueba la modificación de los valores máximos admisibles (VMA) en las redes de aguas residuales no domiciliarias.
- D.S. N°003-2002-PRODUCE- En el cual se aprueba los valores máximos permisibles para labores industriales.
- Normativa para realizar auditorías (ISO 14001): Es el estándar universal de calidad ambiental, concebida para lograr un equilibrio entre la ganancia de las organizaciones y la disminución de las afectaciones al medioambiente.

### 1.1.6 Sistemas de gestión ambiental

Un sistema de gestión ambiental es la forma de trabajo que persigue una compañía con el objetivo de lograr y sostener un desempeño medioambiental definido, acorde con las metas previamente fijadas y en respuesta a la normativa legal vigente, a los riesgos medioambientales, así como a las diversas presiones financieras, competitivas, sociales que tuviera que afrontar (Liberato, 2017).

Desde el punto de vista empresarial el sistema de gestión se define como: “un grupo de elementos que se relacionan en una corporación, con el fin de concretizar políticas, objetivos y estrategias”, así mismo, el sistema de gestión ambiental (SGA) es definido como una pieza de ese sistema general, el mismo que es usado para cumplir los requisitos legales, administrar aspectos e impactos ambientales, afrontar los riesgos y oportunidades de una organización y otros (ISO 14001, 2015); además el SGA se refiere a las labores de gestión que una organización desempeña para controlar los impactos ambientales que pudieran originarse de su producción, prestaciones o actividades sobre el medioambiente (Basañez, 2017).

Según la Ley N° 28245 creada en el Perú, sostiene que el sistema de gestión ambiental nacional es una agrupación de lineamientos, procesos, políticas, disposiciones, normas, técnicas y/o instrumentos; a través de ellos se estructura el desempeño y competencias ambientales de las organizaciones, viabilizando la implantación de la Política Ambiental Nacional; del mismo modo el SGA es quien orienta, coordina, supervisa, integra, evalúa y asegura el empleo de los instrumentos de gestión del medioambiente, además de la normativa, políticas, programas y otras acciones orientadas a la conservación del medio natural (MINAM, 2016).

#### ISO 14000

ISO (Internacional Organization for Standardization), es la organización internacional de organismos de normalización (ISO 14001, 2015). La ISO 14000 es una familia de normativas a nivel mundial para la gestión medioambiental (Ccoa, 2017), centrado en la organización de un grupo de patrones y estándares, establece procesos de gestión medioambiental que, tan pronto como se implante afectará a todos los componentes de la empresa, para mejorar el desempeño del medio ambiente y las oportunidades de ventaja financiera (Seijo et al. , 2013).

El propósito de esta normativa es proveer a las organizaciones métodos apropiados para la implementación de un sistema de gestión ambiental, semejantes a la compilación de la ISO 9000 de gestión de la calidad (Bibiloni, 2008), la implementación de la ISO 14000 en las empresas permite la toma de conciencia de los problemas ambientales (Pérez & Bejarano, 2008), lo cual supone un cambio de mentalidad que influirá positivamente en la estrategia de la organización.

La norma se compone y se relaciona de la siguiente manera: el grupo de sistemas de gestión ambiental (14001, 14004), auditorías medioambientales (14010, 14011, 14012), valoración del desempeño medioambiental (14031, 14032), etiquetas medioambientales (14020, 14021, 14024, 14025), términos y definiciones (14050) entre otros (Seijo et al., 2013).

### **Sistema de gestión ambiental ISO 14001:2015**

La ISO 14001 es una normativa preferida a nivel internacional, el cual regula la eficaz instauración de un sistema de gestión ambiental (SGA) y está proyectado en lograr una estabilidad entre la conservación de la rentabilidad en la empresa y la disminución de los impactos ambientales (Seijo et al., 2013). El primer modelo de la mundialmente conocida ISO 14001 se propagó en 1996; en el año 2004 se actualizó y se volvió a difundir en el año 2008 (Pérez & Bejarano, 2008) mientras que la ISO 14001:2015 se promulgó en setiembre del mismo año, anulando y sustituyendo a la norma anterior y actualmente esta norma es la que se encuentra vigente.

El objetivo de esta norma mundialmente conocida es facilitar a las empresas un modelo referencial con el fin de preservar el entorno natural y atender a la conversión de las condiciones ambientales, manteniendo el equilibrio con los requisitos socioeconómicos (ISO 14001, 2015), dicha normativa especifica requerimientos que permiten a la empresa lograr los resultados previstos en el sistema de gestión mencionado, la implementación sincera y responsable en las organizaciones y su buen uso, es una contribución de primer nivel para restablecer el medioambiente (agua, aire, ruido, etc.) (Pérez & Bejarano, 2008).

El prototipo del sistema de gestión ambiental planteado la normativa ISO 14001: 2015 se basa a un proceso constante e iterativo para lograr la mejora continua ambiental (Liberato, 2017), este ciclo está compuesto por cuatro pilares: planificar, hacer,

verificar y actuar (PHVA) (ISO 14001, 2015); después que la empresa haya realizado el análisis de su posición con respecto al medioambiente se comienza a aplicar el proceso continuo del PHVA llamado también ciclo de Deming, los cuales de acuerdo a Piñeiro (2002) se pueden describir de esta manera:

Planificar (escribir lo que se quiere hacer), Hacer (realizar lo escrito), Verificar (comprobar que lo que se ha escrito se ha completado) y Actuar (evaluar y mejorar el SGA); de este último se aplica la mejora continua ambiental, el cual se describe como el fin e inicio de actuaciones medioambientales nuevas, donde cada etapa conforma documentación y acciones propias.

## **Contenido de la norma ISO 14001: 2015**

### **Capítulo 1: Objeto y campo de aplicación**

Esta normativa se aplica a nivel internacional a cualquier institución, uno de sus objetivos es apoyar a las empresas a mejorar su desempeño medioambiental, especificando requisitos y buscando controlar sus obligaciones ambientales sistemáticamente; de este modo aportar valor al medioambiente, a las partes interesadas y a las organizaciones.

### **Capítulo 2: Referencias normativas**

No hay referencias normativas.

### **Capítulo 3: Términos y definiciones**

- Términos referidos a liderazgo y empresa: alta dirección, organizaciones, política medioambiental, parte interesada, sistema de gestión ambiental u otros.
- Términos referidos a planificación: objetivo ambiental, aspecto e impacto ambiental, requisitos legales y de otro tipo, riesgos, oportunidades y otros.
- Términos referidos a operación y soporte: competencias, información documentaria, ciclo de vida y otros.
- Términos referidos a la valoración del desempeño y mejora: auditorías, conformidad y no conformidad, acciones correctivas, mejora continua, desempeño ambiental y otros.

### **Capítulo 4: Contexto de la organización**

Los aspectos externos e internos deben ser determinados por la organización para lograr los resultados previstos en su sistema de gestión, incluido el mejoramiento de su desempeño ambiental; así como el alcance estará disponible para todos los interesados y se mantendrá como información documentada.

### **Capítulo 5: Liderazgo**

La alta dirección debe asegurar de que la política y los objetivos ambientales se hayan establecido en la organización, fortaleciendo además los recursos necesarios y promoviendo la mejora continua.

### **Capítulo 6: Planificación**

La empresa deberá planificar las acciones pertinentes, referente a los aspectos e impactos ambientales significativos de los servicios o actividades que desarrolla la empresa, así mismo mantener la documentación de los requisitos legales u otros asociados. Los objetivos ambientales deben establecerse considerando que tienen que ser medibles y acordes con la política ambiental de la empresa.

### **Capítulo 7: Apoyo**

Se debe proporcionar los recursos necesarios y determinar las competencias necesarias del personal encargado de los procedimientos, para la implementación y mejora continua ambiental del sistema de gestión. Así mismo, se deberá mantener las formas de comunicaciones internas y externas aplicables al sistema de gestión ambiental, del mismo modo el crecimiento, la actualización y el control de la información documentada deseada.

### **Capítulo 8: Operación**

La organización debe establecer las pautas para el funcionamiento, operatividad e implementación del control de los procedimientos, así como, instaurar y conservar los procesos necesarios ante condiciones de emergencia. La información documentada se deberá conservar para verificar los procesos que se llevaron a cabo.

### **Capítulo 9: Evaluación del desempeño**

La empresa tiene que monitorear, analizar, realizar la medición respectiva y valorar su desempeño ambiental, mediante el uso de equipos calibrados u otros instrumentos, de

igual manera determinar el cumplimiento de sus requisitos legales, crear programas de auditorías y descubrir las necesarias para dirigir su planificación y cumplir con los objetivos de sistema (Liberato, 2017), mientras se establece el plan de auditoría interna ambiental se debe tomar en cuenta la relevancia de los procedimientos involucrados. Finalmente, la alta dirección debe evaluar el SGA de la empresa para tomar decisiones referidas a las oportunidades de mejora.

## **Capítulo 10: Mejora**

La empresa debe determinar las oportunidades de mejora, tomar las medidas correctivas pertinentes, además para mejorar el desempeño ambiental se debe potenciar de forma continua la idoneidad, adaptación y eficacia del sistema del SGA.

### **Implantación y certificación**

Implantar la norma en la organización requiere una inversión de dinero y tiempo, la norma ISO 14001 en mayor parte de los supuestos, advierte realizar una mayor inversión en equipamiento para mejorar la gestión de los residuos sólidos, aguas servidas, contaminación visual, acústica, atmosférica y otros, asimismo realizar auditorías internas y conservar las exigencias de la ISO requiere del tiempo de muchos profesionales capacitados en las organizaciones (Pérez & Bejarano, 2008).

La certificación de un sistema de gestión ambiental es definido como un proceso de verificación sistemática es decir con una metodología predeterminada; además documentada ya que los datos empleados aseguran su confiabilidad documentaria; y objetiva ya que muestra fehacientemente el hecho; los mismos que determinan la adaptación de la gestión ambiental a las exigencias de la normativa (Piñeiro, 2002).

## **1.2 Antecedentes**

A través de la historia, el medioambiente ha sido sometido a constantes presiones (Moncada & Rodríguez, 2012) y es en la actualidad que se están creando planes para su conservación (Peralta, 2010). En Reino Unido, la institución de normalización británica (BSI), en 1992 promulgó la 1era norma referente a sistemas de gestión medio ambiental (Basañez, 2017), sin embargo fue anulada posteriormente, con la difusión de la normativa ISO 14001:1996. En diciembre de 1997, la constructora Ferrovial-Agromán se constituyó como la 1ra compañía europea en desarrollar y poner en marcha un sistema de gestión

ambiental (SGA) acreditada por una institución certificada; este suceso convirtió a España en una nación líder a nivel de Europa debido a la gran cantidad de compañías constructoras certificadas (Piñeiro & García, 2007).

En el caso de investigación titulado “Implantación de sistemas de gestión medio ambiental en empresas constructoras españolas” (Piñeiro & García, 2007), los resultados obtenidos de la evaluación exploratoria señalan que casi el 70% de las empresas españolas encuestadas cuentan con un sistema de gestión medioambiental (SGMA) implantado y certificado empleando en su mayoría la norma ISO 14001 y apenas un 10.94% afirman que no tienen previsto implantar dicho sistema, certificándose la mayor parte de las empresas a partir de 2003, así mismo el 80% de las empresas emplearon un tiempo comprendido entre seis y dieciocho meses para desarrollar y poner en marcha el SGMA (Piñeiro & García, 2007), sin embargo, debido a su variabilidad, dispersión y temporalidad de las obras, este sector es uno de los que más dificultades presenta al momento de implantar y certificar un SGA (Piñeiro & García-Pintos, 2009).

La implantación de la norma está relacionada directamente con aspectos monetarios, entre los que se encuentran el mayor uso de recursos, la entrada a mercados actuales y el posicionamiento de productos innovadores (Pérez & Bejarano, 2008), las organizaciones que son parte del sector construcción, deben tener un compromiso para la preservación del medio ambiente y minimizar el riesgo para los seres humanos (Roncancio et al., 2015). Safonts & Aladro (2014) afirman que la gestión ambiental debe ser considerada como una actividad a tener en cuenta en los procesos de contratación para ejecución de obras; ya que uno de los motivos primordiales por lo cual las organizaciones españolas optaron por la ISO 14001 es mejorar la calificación en la adjudicación de los concursos (Piñeiro & García, 2007), sin embargo, por más que las empresas se esfuerzan por utilizar los mejores y más actuales instrumentos de gestión y control, los hechos reales superan la planificación y los resultados no son tan satisfactorios (Ávila et al., 2017).

Un apartado importante de la normativa ISO 14001 y las prácticas de gestión medioambiental más comunes en las empresas constructoras están relacionadas con la gestión de residuos constructivos, que tiene como objetivo fundamental asegurar un tratamiento interno apropiado y una gestión externa acorde a la normativa actual (Ferguson et al., 2002), además, se llevan a cabo otras prácticas como la gestión del agua, del ruido, de la contaminación atmosférica, entre otros. (Piñeiro et al., 2009).

Tamayo et al. (2012) en su publicación “La gestión de residuos en las organizaciones, motivaciones para su implementación y mejoras asociadas” en el país Vasco, señalan que, actualmente uno de los problemas ambientales principales de los países industrializados es la reducción o eliminación de residuos, las encuestas muestran que el 70% de las organizaciones tienen una planificación específica para gestión de residuos, mientras que Reinosa et al. (2014) afirma que en los países sub desarrollados el problema ambiental respecto a los residuos de construcción se agrava, debido a la poca gestión en el proceso constructivo; los residuos constructivos aún no forman parte de la cultura y educación ambiental de la obra (Mercante, 2007).

Abarca (2017) en un estudio titulado “Nivel de significancia de las causas de generación de residuos en la construcción en Costa Rica” afirma que es prácticamente inexistente la información estadística, respecto a la generación de residuos en las empresas constructoras, empero los resultados muestran que la generación de residuos constructivos con causados mayormente debido al cambio de diseño mientras la construcción está en marcha , ya sea solicitada por los propietarios o por los diseñadores, otra causa es la mala gestión de la logística en el sector constructivo. Los procesos tradicionales y materiales usados en esta industria siguen ocasionando un fuerte impacto en la contaminación medioambiental (Ramirez, 2013), las actividades humanas han convertido la superficie de la tierra desde el inicio de los tiempos, estos cambios son parte del desarrollo, sin embargo es esencial su protección ambiental (Martinez, 2014).

Acevedo et al. (2012) en su publicación titulado “Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia” afirma que la actividad constructiva es uno de los principales focos de contaminación y uno de los actores predominantes en la forma en que se modifica el planeta, siendo un gran generador de residuos y consumidor de recursos, el 40% de la materia prima mundial es destinada a la construcción, es decir un equivalente a 3000 millones de toneladas anuales; además del 50% del consumo de energía y 50% del total de desechos generados (Construcci et al., 2016) y muchas veces no se realiza una planificación previa para aprovechar los materiales contenidos en estos residuos (Santana et al., 2010). El crecimiento poblacional acelerado y los procesos de urbanización generan efectos al ambiente la destrucción o degradación de los recursos naturales (Tischer et al., 2015).

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1 Identificación del problema

En todo el mundo, la población aumenta cada año y con ella las necesidades básicas de infraestructura como carreteras, puertos, plantas de energía eléctrica e instalaciones eléctricas, obras de edificación, construcciones comerciales e industriales, obras de saneamiento, entre otras; por ello, la industria de la construcción ha sido considerado como uno de los sectores fundamentales para el progreso de un país y con mayor relevancia en la economía ya que es una actividad en constante crecimiento.

Sin embargo, inherente a su labor y a su actividad económica, dicho sector se encuentra continuamente en interacción con el medio ambiente, por lo tanto, su impacto ambiental también es constante. La construcción produce un impacto muy fuerte al medioambiente durante todos sus procesos, empezando por la obtención de materia prima y fabricación de materiales, seguido de la ejecución de las obras y el consecuente uso de las infraestructuras, producen efectos en la energía consumida y generan gran cantidad de residuos contaminantes (Glinka et al., 2005).

Este importante consumo de recursos y significativa producción de desechos, incrementado por las actitudes de la población agravan el problema de la contaminación; en naciones más desarrolladas tienen mayor conciencia ambiental mientras que en países en vías de desarrollo como el Perú, el problema incrementa. Actualmente en el Perú diversas organizaciones reconocen la importancia de conservar los recursos naturales y principalmente prevenir la polución, procurando reducir los efectos ambientales negativos.

La empresa constructora SICMA SAC en la región de Puno tuvo un crecimiento importante en los últimos años, sin embargo, sus actividades se asocian a la utilización

de recursos naturales como el agua, suelo, energía, entre otros; siendo uno de los problemas principales la contaminación ambiental, generación de residuos constructivos y demolición de lo construido, entre otros; los cuales son gestionados inadecuadamente; así mismo se identifica que existe muy poca sensibilidad o no existe conciencia ambiental por parte de los profesionales de la construcción.

El impacto medioambiental de la construcción abarca todo el proceso de trabajo, desde el inicio de ejecución de la obra hasta su culminación, los impactos que se generan pueden producir una modificación del entorno natural, pueden emitirse partículas y gases, generarse vibraciones y ruido, consumirse agua contaminada, transformarse el suelo y subsuelo, en última instancia, causar un daño ambiental irreversible.

El sistema de gestión ambiental, se basa fundamentalmente en la normativa internacional ISO 14001, el cual ha sido interpretado de diferentes maneras, empero todas ellas concuerdan en su principal característica que es la protección ambiental, por ello, considerando la necesidad de realizar una gestión ambiental adecuada en la organización, se realiza las siguientes preguntas de investigación:

## **2.2 Enunciados del problema**

### **Problema general**

¿Existe una diferencia significativa en el sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma internacional ISO 14001:2015, en la empresa constructora SICMA S.A.C.?

### **Problemas específicos**

- a. ¿Cuál es el diagnóstico ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015?
- b. ¿Cuál es el desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., después de la implementación de la norma ISO 14001:2015?

## **2.3 Justificación**

El estudio nace como iniciativa para abordar la relación entre la empresa y el medioambiente; es innegable los impactos negativos del sector construcción al ambiente, si se compara con otras industrias en este se adoptan escasas medidas para hacer que los procedimientos constructivos sean más respetuosos con el medio natural (Gracia, 2006),

por otra parte, existe también la necesidad de las empresas constructoras para desarrollar modelos de gestión ambiental que les ayuden a mejorar el desempeño ambiental de sus productos y procedimientos (Basañez, 2017).

El Sistema de Gestión Ambiental en una empresa dedicada a la construcción es considerado un poderoso instrumento, ya que su finalidad es incluir medidas que reduzcan las afectaciones ambientales identificadas; alcanzando como resultado la disminución de residuos constructivos a través de una gestión efectiva, reducción en las emisiones de gases a la atmósfera, la mejora en el control de los riesgos ambientales originados por las labores constructivas, el cumplimiento de las normas aplicables y otros; lo cual influye en la mejora de la imagen y credibilidad de la empresa ante la sociedad, además de mejorar la educación y conciencia ambiental de sus trabajadores (Zamora, 2017).

Todas las obras de construcción deben contar con instrumentos de gestión debidamente actualizados dentro de su sistema de gestión medioambiental, así como todos los empleados deben ser conocedores de los impactos ambientales generados dentro de ella (Chavez, 2014), para mejorar los procesos de construcción, minimizar costos y lograr ventajas competitivas. Actualmente en la región de Puno no existen estudios de la gestión ambiental en las empresas constructoras, por ello, fue necesario la investigación del sistema de gestión ambiental, en una de las empresas del sector construcción más grandes de la región, se espera que con los resultados obtenidos, se permita a la empresa proseguir con la mejora continua e incrementar su competitividad empresarial; así como, la difusión del estudio, para que más empresas adopten esta metodología y se coopere a reducir los riesgos ambientales que se producen en la construcción.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 Objetivo general**

Determinar la diferencia significativa del sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma internacional ISO 14001:2015, en la empresa constructora SICMA S.A.C.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- a. Realizar un diagnóstico ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015.

- b. Analizar el desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., después de la implementación de la norma ISO 14001:2015.

## **2.5 Hipótesis**

### **2.5.1 Hipótesis general**

Si existe una diferencia significativa en el sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma internacional ISO 14001:2015, en la empresa constructora SICMA S.A.C.

### **2.5.2 Hipótesis específicas**

- a. El diagnóstico ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015, determina un nivel de cumplimiento "bajo" en su sistema de gestión ambiental.
- b. El desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., después de la implementación de la norma ISO 14001:2015, determina una "mejora" en su sistema de gestión ambiental.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de estudio

El estudio se desarrolló en los proyectos en ejecución de la empresa constructora SICMA S.A.C. ubicada en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, región de Puno, localizado al extremo sur este del Perú.

La empresa fue creada el 21 de febrero del 2003 como SICMA S.R.L. y transformada a SICMA S.A.C. el 02 de Julio del año 2007, en la ciudad de Juliaca; sus oficinas principales se encuentran en dicha ciudad, sin embargo, cuenta con proyectos en ejecución en las ciudades de Arequipa, Tacna, Lima y en la ciudad de La Paz – Bolivia.

#### 3.2 Población

La población de la presente investigación, está compuesto por 06 proyectos en ejecución, en la región de Puno, por la modalidad de contrato con entidades públicas y 358 trabajadores de la empresa constructora SICMA SAC, considerando periodos de los años 2018 y 2019.

Durante los últimos siete años, SICMA SAC ejecutó 39 obras públicas, de las cuales las obras de saneamiento fueron las que predominaron con un 56% del total, mientras que las obras viales representaron un 13% y las de edificaciones un 31%. (Moscairo, 2016)

#### 3.3 Muestra

La muestra del estudio es no probabilístico intencional, es intencional porque se determinó en forma voluntaria y estratégica las unidades del presente estudio, el proyecto fue seleccionado a criterio del investigador evaluando la especialidad de la empresa y la magnitud respecto al presupuesto y tiempo de ejecución.

El proyecto seleccionado se denomina “Ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado, localizado en el distrito de Juli, provincia de Chucuito, región de Puno”, cuyo presupuesto alcanza el monto de S/ 70,658,448.52 (setenta millones seiscientos cincuenta y ocho mil cuatrocientos cuarenta y ocho con 52/100 soles) durante un tiempo de ejecución de 600 días calendarios, la obra inició en noviembre del 2017, sin embargo tuvo diversas ampliaciones de plazo, adicionales y deductivos de obra, por esas razones, la obra finalizó contractualmente en diciembre del 2021.

Así mismo, conforma la muestra 105 trabajadores, que laboraron en el proyecto durante los periodos de investigación, para las encuestas fueron seleccionados personal con capacidad de toma de decisiones, es decir, personal técnico administrativo, maestros de obra y jefes de cada frente de trabajo (operarios calificados).

### **3.4 Métodos de investigación**

Considerando que la investigación científica se entiende como la sucesión de pasos que conllevan a la búsqueda de conocimientos a través de la aplicación de métodos y técnicas, la investigación se desarrolló bajo el modelo metodológico de la norma ISO 14001:2015, Sistema de Gestión Ambiental. El tipo de investigación es descriptivo y parcialmente explicativo (Gutiérrez, 2018), el diseño es pre-experimental, ya que la muestra se comparó en dos tiempos distintos, mediante una variable única. Además, el estudio se desarrolló a partir del método inductivo, como proceso de razonamiento lógico, partiendo de lo particular hacia lo general.

### **3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos**

#### **3.5.1 Del primer objetivo específico**

Se efectuó el diagnóstico ambiental inicial, en la empresa constructora SICMA SAC en el mes de octubre del 2018, con respecto a los siguientes apartados de la norma:

Capítulo 4: Contexto de la organización

Capítulo 5: Liderazgo

Capítulo 6: Planificación (aspectos medioambientales, requisitos legales u otros)

Capítulo 7: Apoyo (recursos como personal, competencia y otros)

Capítulo 8: Operación

Capítulo 9: Evaluación del desempeño

Capítulo 10: Mejora

- **Técnicas para recolección de datos:** Las técnicas son las formas utilizadas para adquirir información estadística (Gutiérrez, 2018), por ello para ejecutar esta investigación se utilizó las siguientes técnicas:

**Observación:** Se realizó una inspección visual en el área de trabajo de las instalaciones y comportamientos del personal, se usó esta técnica como apoyo para obtener datos e información acerca de las actividades que realiza la constructora, procesos, prácticas laborales y otros.

**Encuesta:** Por medio de esta técnica se obtuvo información de la muestra, el cual fue recopilado de los trabajadores de la empresa constructora SICMA SAC, durante la ejecución del proyecto de saneamiento en la ciudad de Juli.

**Análisis documental:** Se hizo la revisión de documentación existente y registros acorde a un plan elaborado, con el objetivo de obtener un muestreo del sistema interno de información, documentos, registros u otros.

- **Instrumentos para recolección de datos:** Un instrumento es la herramienta que usa el investigador con el fin de reunir información de una determinada muestra para resolver el problema de la pesquisa, los instrumentos usados en esta investigación fueron: cuestionario estructurado, guías de entrevista, fichas de observación, equipos de laboratorio certificados y listas de verificación.

**Cuestionario:** Instrumento compuesto por un grupo de preguntas, redactado de forma organizada, coherente y secuenciada; donde el encuestado responde y brinda información valiosa para el investigador; para el presente estudio, se utilizó el cuestionario en 105 trabajadores que conforman la muestra.

**Entrevista:** Se realizó las entrevistas a los trabajadores de los diferentes niveles jerárquicos de la empresa, de acuerdo a un plan estructurado, con la finalidad de conocer el grado de involucramiento del personal de la organización.

- **Metodología para el monitoreo ambiental del aire**

Para este monitoreo se aplicó la metodología propuesta en el “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire” elaborado por la Dirección General de Salud (DIGESA), para el cumplimiento del reglamento de estándares de calidad ambiental, en la tabla 1 se muestran los equipos usados y los parámetros evaluados.

Tabla 1

*Parámetros y uso de equipos para monitoreo ambiental de calidad del aire*

Parámetro	Equipo	Marca / modelo
Partículas PM10	Muestreador alto volumen	Tisch. Serie: P9924X Tisch. Serie: P8335X
Monóxido de Carbono (CO) Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Tren de muestreo	Rotámetro: Dwyer Instruments/MMA-20 EL/RO/02 EL/RO/04

Fuente: SICMA S.A.C.

**Material Particulado:** El muestreo de partículas PM10 se realizó con el equipo muestreador de aire (Hi Vol), se instaló los equipos en las estaciones de monitoreo verificando el correcto funcionamiento, luego se instaló los filtros previamente pesados, posteriormente a las 24 horas del muestreo, se retiró el filtro para luego enviarlo al laboratorio acreditado.

**Gases:** El muestreo de gases (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, y CO) se efectuó haciendo uso del tren de muestreo de gases y soluciones captadoras, además se ajustó al flujo constante con un rotámetro calibrado por cada parámetro y el caudal para el muestreo (l/min) fue puesto en marcha. Así mismo, se ubicó los impingers (botellas pequeñas usadas para recolectar gases) con las soluciones captadoras preparadas con volumen definido por el laboratorio, en seguida se programó el tiempo de muestreo (horas) por cada parámetro y se inició, culminado el proceso, las muestras tomadas fueron enviadas al laboratorio. En la tabla 2 se muestra la metodología empleada para el monitoreo de gases.

Tabla 2

*Parámetros para muestreo de emisiones gaseosas*

Parámetro	Método de referencia	Solución captadora / medio de muestreo	Vol. de solución captadora (ml)	Tiempo de muestreo (h)	Caudal (l/min)
SO <sub>2</sub>	EPA CFR 40	Tetracloromercurato de Potasio	50	24	0.2
CO	ALS-CA-002	Solución Alcalina de p-SABA	50	8	0.5
NO <sub>2</sub>	ALS-CA-001	Solución Alcalina de Arsenito	10	1	0.5

Fuente: Laboratorio ALS LS PERU S.A.C

▪ **Metodología para el monitoreo ambiental del agua**

Para el monitoreo, los parámetros de campo (CE, pH, OD, T°) fueron analizados con el uso del multiparámetro, en la tabla 3 se aprecia dichos parámetros.

Tabla 3

*Parámetros de campo para monitoreo ambiental del agua*

Parámetro	Equipo	Marca / modelo
Conductividad	Multiparámetro	WTW/ MULTI 3630
Potencial de Hidrógeno		IDS Serie: 17492539
Temperatura		Serie de la sonda:
Oxígeno Disuelto		C174734034

Fuente: SICMA S.A.C.

Para los parámetros analizados en el laboratorio, se tomaron muestras puntuales del agua, las muestras fueron almacenadas, conservadas, etiquetadas, refrigeradas y enviadas al laboratorio, se empleó frascos de vidrio y plástico limpio; las muestras de agua se colocaron en un refrigerante, cumpliendo el protocolo para monitoreo del agua, tal como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4

*Referencia de los métodos de ensayo*

Parámetro	Envase	Volumen Mínimo de Muestra (ml)	Conservación	Método de Referencia
Cianuro libre	Plástico, vidrio	500	Agregar NaOH hasta pH = 12, refrigerar a 4 °C	ISO 14403
Clorofila	Plástico, vidrio	100	Tras el filtrado congelar a -18 °C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Plástico, vidrio	1000	Refrigerar (0 > a ≤ 6°C) y sin cámara de aire	SMEWW-APHA-AWWA-WEF
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Plástico, vidrio	100	Agregar H2SO4 hasta pH < 2, refrigerar 4°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF
Nitratos (NO3-) ©	Plástico, vidrio	100	Refrigerar a 4 °C	
Sólidos Totales Suspendidos	Plástico, vidrio	1000	Refrigerar (0 > a ≤ 6°C)	MEWW-APHA-AWWA-WEF
Sulfuros	Plástico, vidrio	100	Refrigerar	SM 4500 S2-E
Coliformes Termotolerantes	Plástico, vidrio	250	50	SMEWW-APHA-AWWA-WEF

Fuente: Laboratorio ALS LS PERU S.A.C.

▪ **Metodología para el monitoreo ambiental del suelo**

La evaluación se efectuó en base a la recomendación de la “Guía para muestreo de Suelos”, según el D.S. N° 011-2017-MINAM, donde se establece pautas para la ubicación, métodos de toma de muestra y otros. Para obtener las muestras, se utilizó herramientas como pala, pico, espátula de acero inoxidable; las mediciones iniciaron con la limpieza de cualquier desecho o escombros, en seguida se prosiguió con la excavación de un orificio de profundidad aproximada de 20cm, posteriormente, se extrajo la muestra colocando en una bolsa de plástico, cerrada herméticamente, finalmente se rotuló las muestras para empacar y conservar a una temperatura adecuada (4°C), para su análisis en laboratorio.

▪ **Metodología para el monitoreo ambiental del ruido**

Para realizar la evaluación del ruido ambiental se tomó como referencia lo establecido en la R.M. N°227-2013-MINAM (Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental y su reglamento de estándar de calidad ambiental - ECA). Se inició identificando los puntos de monitoreo, con el sonómetro calibrado y revisado antes y después de las mediciones. A continuación, se realizó 10 mediciones de 1 minuto por cada punto monitoreado, para definir si el ruido es estable o fluctuante, los valores de las mediciones ( $L_{MAX}$ ,  $L_{MIN}$  y  $L_{AeqT}$ ) fueron registrados en campo.

### 3.5.2 Del segundo objetivo específico

Para analizar el desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA SAC, se realizó una evaluación ambiental durante el mes de abril del 2019, mediante el modelo metodológico de la norma internacional ISO 14001:2015, Sistema de Gestión Ambiental, en relación a los siete capítulos de dicha normativa, mencionada con antelación.

- **Técnicas para recolección de datos:** observación, encuesta, entrevista, análisis documental, monitoreo ambiental.
- **Instrumentos para recolección de datos:** guías de entrevista, cuestionario estructurado, fichas de observación, equipos de laboratorio certificados, listas de verificación.
- **Metodología para el monitoreo ambiental del aire**

La metodología aplicada fue realizada en referencia al “Protocolo de monitoreo de calidad de aire” donde establece el modelo para definir la ubicación, toma de

muestra, análisis y otros; se inició con el pre - muestreo y preparación de filtros, a continuación, se desarrolló la toma de muestras en campo y finalmente el post - muestreo con el análisis en laboratorio. En la tabla 5 se muestran los equipos usados y los parámetros adoptados para el monitoreo.

Tabla 5

*Parámetros y uso de equipos para monitoreo de calidad ambiental del aire*

Parámetro	Equipo	Marca / modelo
Partículas PM10	Muestreador de bajo volumen	Tecora / Bravo M- Plus Serie: 1203/454
Monóxido de Carbono (CO)		
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Tren de muestreo	Invemsac / TG-01
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )		

Fuente: Analytical Laboratory EIRL

**Material Particulado (PM-10):** Para realizar estas mediciones de PM-10 menor o igual 10 $\mu$ , se empleó el equipo muestreador de material particulado (Low Vol), en un periodo de tiempo de 24 horas. El volumen total de aire muestreado se determinó a partir de la velocidad promedio de flujo y el tiempo de muestreo.

**Gases:** El muestreo de gases de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), se efectuó mediante el tren de muestreo de gases con un flujo constante de 24, 8 y 1 hora continua, además se utilizó soluciones captadoras proporcionadas por el laboratorio, el resultado final se obtuvo de la relación entre la masa del parámetro de la muestra y el volumen total de aire que pasó por la solución captadora de los gases, seguidamente en la tabla 6 se presenta la metodología empleada.

Tabla 6

*Parámetros para muestreo de emisiones gaseosas*

Parámetro	Método de referencia	Vol. de Solución Captadora (ml)	Tiempo de Muestreo (h)	Caudal (l/min)
SO <sub>2</sub>	Pararosaline method	50	24	0.2
CO	Carboxibenceno sulfonamida	50	8	0.5
NO <sub>2</sub>	Stand test method for nitrogen dioxide content of the atmosphere	10	1	0.5

Fuente: Analytical Laboratory EIRL

▪ **Metodología para el monitoreo ambiental del agua**

Se determinaron parámetros de campo y otros analizados en el laboratorio, basados en el cumplimiento de la norma D.S. N° 004-2017-MINAM, se empleó materiales de laboratorio y el equipo de medidor de pH; para la evaluación se hizo la comparación con el estándar de calidad ambiental, categoría 1 (A: agua superficial destinada a la producción de agua potable) y categoría 4 (E: lagos y lagunas).

▪ **Metodología para el monitoreo ambiental del suelo**

Para la evaluación se tomó como referencia el procedimiento establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, en el campo se tomó muestras aplicando sondeos manuales, suelo de 1m<sup>2</sup> del área de estudio y una profundidad aproximada de 20cm, así mismo, se analizó muestras en laboratorio de parámetros como: fracción de hidrocarburos F1 o fracción ligera (contiene entre 6 y 10 átomos de carbono C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>), fracción de hidrocarburos F2 o fracción media (>C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) y finalmente la fracción de hidrocarburos F3 o fracción pesada (>C<sub>28</sub> – C<sub>40</sub>), en todos los casos deben analizarse en productos derivados del petróleo y otros.

▪ **Metodología para el monitoreo ambiental del ruido**

Para el monitoreo del ruido ambiental se tomó como referencia el protocolo nacional de monitoreo de ruido en el medioambiente aprobado mediante Resolución Ministerial N°227-2013-MINAM; se utilizó un medidor de presión sonora (sonómetro), cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa de la comisión electrotécnica internacional y del Decreto Supremo N°085-2003PCM, donde se establece el reglamento de estándar de calidad ambiental para el ruido.

Se seleccionó los puntos de medición en el área donde se realiza las actividades de construcción, se inició con la instalación y configuración del equipo, donde se verificó el filtro de ponderación tipo “A”, rango de frecuencia de 20 kHz semejante a la reacción del oído humano, un filtro tipo “rápido” que permite capturar ocho datos por segundo, para un periodo de 15 minutos. En seguida, se instaló el trípode a 1,5 m de altura aproximada del suelo, donde se formó un ángulo de 30 a 60 grados del suelo, georreferenciando el punto de medición mediante un GPS; el micrófono para medir el grado del sonido necesita ser orientado hacia las causas de generación de ruido; finalizada la evaluación se registró el nivel de presión sonora constante, para análisis y posterior procesamiento de datos.

El método se basó en puntuar la documentación, variables, desempeño y otros, en función a la escala de Likert empleando cinco opciones de menor a mayor, tal como se muestra en la tabla 7, la interpretación y su escala buscan definir el estado en el que se encontró la empresa, en base a los requisitos de la normativa ambiental.

Tabla 7

*Escala de Likert – Criterios de evaluación*

Criterio de calificación	Valoración
<b>No desarrollado:</b> las evidencias muestran que no se ha cumplido con los requisitos de la norma.	1 0%
<b>Parcialmente desarrollado:</b> las evidencias demuestran que se tienen definido los requisitos de la norma parcialmente.	2 25%
<b>Desarrollado:</b> los métodos y/o actividades están conformes con el requisito de la normativa, pero no tiene evidencias de aplicación.	3 50%
<b>Parcialmente implementado:</b> las actividades y/o métodos están conformes con los requisitos de la normativa, pero tiene pocas evidencias de aplicación.	4 75%
<b>Completamente implementado:</b> las actividades y/o métodos están conformes con los requisitos de la normativa y presenta evidencias de aplicación permanente.	5 100%

Fuente: Cognito Consulting S.A.C.

Por cada capítulo evaluado de la norma, se contabilizó la cantidad de requisitos y se colocó el debido puntaje; de esta manera, se obtuvo el diagnóstico y el desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., los resultados fueron presentados de manera cuantitativa; además, cabe precisar que esta valoración se complementó con un conjunto de juicios propios de observación y apreciación por parte del investigador.

Para lograr los resultados de la investigación se empleó estadística descriptiva; para el desarrollo de cada objetivo específico, se aplicó esquemas básicos, estadísticas y porcentajes, comprendiendo que las hipótesis específicas conllevan a la hipótesis general, en consecuencia, el diseño estadístico de tipo inferencial debe ser solamente aplicado a la hipótesis general (Charaja, 2011).

▪ **Instrumento estadístico**

Se determinó la prueba estadística no paramétrica, “Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon”, ya que es la equivalente a la prueba paramétrica “t de student” cuando no se puede suponer la normalidad de las muestras relacionadas, el parámetro usado es la mediana y no la media, se determinó un intervalo de confianza del 95% y un alfa del 5% (porcentaje de error), se procesó los datos mediante el Software IBM-SPSS.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Exposición de resultados

Se debe tener presente, que los resultados obtenidos fueron registrados tomando en cuenta la información aportada por todos los entrevistados, la verificación en campo y la evaluación documentaria, siendo ésta una muestra representativa del sistema de gestión ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C.; así mismo, de las actividades que realiza, procedimientos, prácticas de trabajo y otros se obtuvo el sistema interno de información y el nivel de participación del personal de la compañía.

#### 4.2 Diagnóstico ambiental

SICMA S.A.C. es una empresa que desarrolla actividades de “ejecución y consultoría de obras civiles, servicios especializados conexos y anexos a la construcción; durante sus primeros años de creación ejecutó diversos servicios como alquiler de maquinaria.

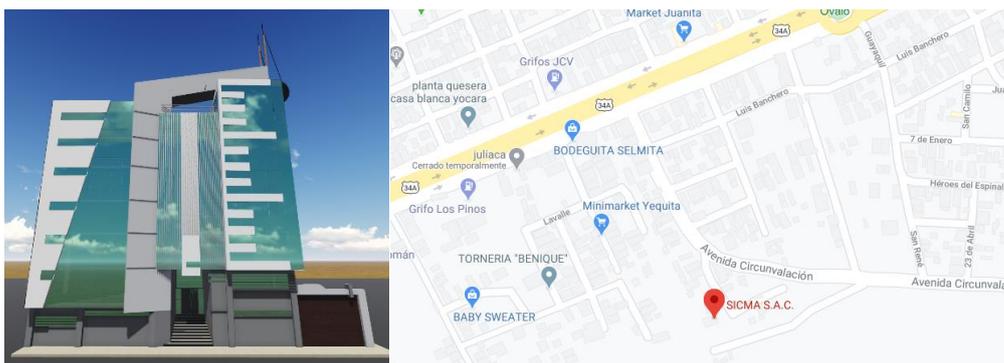


Figura 1. Ubicación SICMA S.A.C.

SICMA S.A.C. desde el año 2009 inició sus actividades como ejecutor y consultor de obras públicas y privadas; cuenta con registro de ejecutor y consultor de obras públicas, emitido por el registro nacional de proveedores del estado (RNP), con una capacidad de contratación de S/ 337'896,386.62, ejecuta obras viales, edificaciones, saneamiento

básico y otros; predominando las obras de saneamiento básico, con un 56% del total (Moscairo, 2016). Actualmente viene ejecutando diversas obras, sin embargo, la obra más representativa que ejecutó es el proyecto de saneamiento seleccionado para la investigación, denominado “Ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado en la localidad de Juli, provincia Chucuito, región Puno”.

Tabla 8

*Datos generales del proyecto*

Proyecto:	"Ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y alcantarillado en la localidad de Juli, provincia Chucuito, región Puno", con código SNIP N° 319358		
Empresa ejecutora:	SICMA S.A.C.		
Ubicación política:	Distrito:	Juli	Provincia: Chucuito Departamento: Puno
Ubicación geográfica:	Este:	4517540.6	Sur: 8206968.86
Altitud:	3889 msnm		
<b>Componentes del proyecto</b>			
1. Sistema de agua potable:	Captación del lago Titicaca Línea de impulsión/ conducción Red de distribución de agua potable		
2. Sistema de alcantarillado:	Red de tuberías de PVC Colectores principales y secundarios		

La zona de estudio del proyecto, se sitúa en la localidad de Juli, parcialidades y comunidades aledañas; se ejecutó trabajos en la captación, reservorios, líneas de conducción, líneas de aducción, líneas de distribución, conexiones de agua, desagüe y otros; el proyecto tenía un presupuesto inicial de S/ 70,658,448.52 y un plazo de ejecución de 600 días calendario, sin embargo, sufrió cambios en el proceso de ejecución.

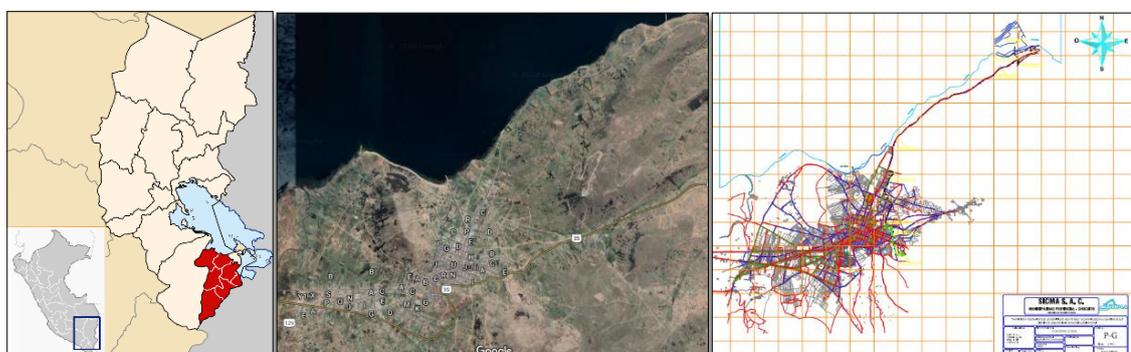


Figura 2. Ubicación del proyecto

El diagnóstico ambiental se realizó, basado a los siguientes capítulos de la norma:

## **Capítulo 4: Contexto de la organización**

### **4.1 Comprensión de la organización y su contexto**

La constructora, determinó parcialmente algunos factores internos (afecciones al entorno, como la generación de residuos, etc.) y factores externos (cambios normativos y legislativos, patrimonio cultural, entorno natural, etc.) que son referentes a las actividades que realizan y que podrían afectar la capacidad de alcanzar los resultados esperados del sistema de gestión ambiental, sin embargo, los procedimientos no se encuentran documentados.

### **4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas**

El análisis del contexto permite identificar y comprender a las partes interesadas, la empresa SICMA S.A.C. identificó parcialmente algunos interesados internos (gerente de proyectos, gestor ambiental, trabajadores, etc.) y externos (proveedores, supervisión, sindicatos, etc.) relacionadas al sistema de gestión medioambiental, sin embargo no se realizó la evaluación de las necesidades y expectativas de las partes interesadas, ni determinado sus requisitos y los procedimientos no se encuentran documentados.

### **4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental**

La constructora SICMA S.A.C. determinó parcialmente el alcance de la gestión ambiental, mediante los requisitos de los expedientes técnicos de los proyectos; sin embargo, no se evidencia la aplicación de todos los requisitos de la normativa ambiental, no se tomó en consideración los factores internos, externos, requisitos legales y otros relacionados a las partes interesadas, no se evidencia la información ni el procedimiento unificado y documentado.

### **4.4 Sistema de gestión ambiental**

La empresa no tiene un sistema de gestión ambiental, no se determinaron los procedimientos, la secuencia de interacción de cada proceso, los factores ambientales de la organización, entre otros.

## **Capítulo 5: Liderazgo**

### **5.1 Liderazgo y compromiso**

La empresa constructora SICMA S.A.C. no tiene un sistema de gestión ambiental, por ello, no tiene establecido la política ambiental, ni objetivos ambientales; sin embargo, brinda los recursos para el cumplimiento de los requisitos legales que deberían aplicarse a los proyectos, se evidencia un cumplimiento parcial, por parte de la alta gerencia.

## **5.2 Política ambiental**

La alta dirección no estableció la política ambiental, donde se debe constituir los compromisos de cuidado del ambiente, de acuerdo al alcance, normas ambientales, requisitos legales, contexto, políticas y propósitos de la organización. Así mismo, la máxima autoridad debe revisar periódicamente la documentación y realizar el control adecuado.

## **5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización**

La organización tenía un organigrama establecido (ver anexo 2), sin embargo, no se encontraron documentos donde se evidencie la descripción de roles, responsabilidades y jerarquía; en el organigrama no se determinaron los cargos relacionados a la gestión ambiental de la organización.

En la empresa constructora SICMA S.A.C. existen dos tipos de trabajadores: los que laboran en gabinete (incluye personal técnico y administrativo) y personal que no labora en oficina, los mismos que se encargan de la ejecución de las obras y son instalados en campamentos temporales. El personal que labora en oficina es permanente, son los encargados de la gerencia de proyectos, de la administración y operación de la organización; en cambio el personal que labora en obra es inestable y movable; tanto técnico, administrativo y obrero; su contratación depende del tipo de obra que se ejecutará.

## **Capítulo 6: Planificación**

### **6.1.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades**

La constructora SICMA S.A.C. no tiene un sistema de gestión de ambiental definido, por lo tanto, no se ha identificado los riesgos y oportunidades de los procedimientos de la empresa, asociados a los requisitos legales, aspectos ambientales y otros. Sin embargo, en los proyectos, en el expediente técnico se tiene documentado el análisis de

vulnerabilidad y riesgos, en el cual, entre otros, se consideran temas ambientales; por lo tanto, se cumple parcialmente este apartado.

### **6.1.2 Aspectos ambientales**

La constructora no determinó los procedimientos para identificar los aspectos e impactos ambientales vinculados a sus actividades. Sin embargo, en las obras se determinaron parcialmente los impactos en el medio ambiente, los aspectos e impactos ambientales importantes dependen de los tipos de obra, localización, medio físico y otros, se debe definir estos criterios e implementar la metodología para su evaluación.

### **6.1.3 Requisitos legales y otros requisitos**

La constructora SICMA S.A.C. ha identificado parcialmente los requisitos legales aplicables y otros requisitos, en los proyectos que tiene a cargo, sin embargo, no se dispone de un sistema ni procedimiento definido.

Se encontraron algunos requisitos en el expediente técnico, como el asentimiento de la Certificación Ambiental - Declaración de Impacto Ambiental (DIA), el cual es de cumplimiento obligatorio para la ejecución de obras.

### **6.1.4 Planificación de acciones**

Se realizó la evaluación respectiva, identificando parcialmente la planificación de acciones mediante el plan de gestión ambiental o plan de manejo ambiental (PMA), el cual abarca programas y planes de trabajo, de capacitaciones, de contingencia ambiental, de manejo de residuos peligrosos, disposición de residuos sólidos y medidas de mitigación ambiental en obra; sin embargo, no tienen los procedimientos establecidos ni documentados, integrados a los trabajos de la constructora.

No abordan la forma en que se debe realizar la valoración de la eficiencia de los hechos que se llevaron a cabo, mediante programas de seguimiento y medición o controles operacionales; así como, tampoco acciones referentes a los aspectos ambientales, requisitos legales asociados u otros.

### **6.2.1 Objetivos ambientales**

La empresa constructora no estableció los objetivos ambientales.

## **6.2.2 Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales**

La empresa constructora no estableció los objetivos ambientales.

## **Capítulo 7: Apoyo**

### **7.1 Recursos**

La constructora no tiene un sistema de gestión ambiental implementado, sin embargo, tiene la disponibilidad de asignar los recursos necesarios para su implementación, tales como: recursos humanos internos, externos y herramientas que sirvan de apoyo en este proceso. En el proyecto en ejecución, durante el periodo de evaluación, se determinó que cuenta con personal encargado en medio ambiente, así como la asignación de recursos financieros (para señalización ambiental, áreas de almacenamiento de residuos, etc.), por ello cumple parcialmente este requisito.

### **7.2 Competencia**

La constructora no determinó las competencias y requisitos necesarios para desempeñar cada puesto de trabajo, relacionados con el control del sistema de gestión ambiental; no se evidencia los registros de la descripción de roles, responsabilidades, habilidades y competencias del perfil de cada cargo, así mismo, no hay un mecanismo de evaluación de las competencias o un plan anual de formación o capacitación del personal.

Sin embargo, para el proceso de contratación de obras públicas, la entidad requiere un perfil del personal, donde se validen sus competencias, conocimiento y/o experiencias, por lo tanto, se hace obligatorio el cumplimiento de este requisito para las obras. Respecto al personal encargado en temas ambientales del proyecto en investigación, se contrató un especialista en impacto ambiental, con una experiencia de dos años como mínimo, de acuerdo a las bases del contrato; sin embargo, estos requerimientos no son suficientes, por la envergadura de la obra. Por esta razón, se determinó el cumplimiento parcial de este apartado.

### **7.3 Toma de conciencia**

La constructora no cuenta con una estrategia definida, para que el personal que trabaja en la misma, tome conciencia del riesgo ambiental de las actividades constructivas, tanto personal propio como externo (subcontratistas, proveedores u otros), la comunicación es

importante para la toma de conciencia, por lo tanto, se debe instaurar los procedimientos de comunicación indispensables para el cumplimiento de este requisito.

#### **7.4.1 Comunicación**

La empresa no ha determinado la metodología, para los procesos de comunicación internos (respuesta ante posibles afecciones ambientales, etc.) y externos (trámite de autorizaciones para captación de agua y otros), los canales de información, formatos y otros referentes al sistema de gestión ambiental.

#### **7.4.2 Comunicación interna**

La constructora no ha determinado el procedimiento estandarizado, que se debe seguir para las comunicaciones internas entre los distintos niveles (comunicación vertical ascendente, descendente y horizontal) de la organización. El uso eficiente de dicha comunicación, contribuye a la toma de conciencia ambiental del personal.

#### **7.4.3 Comunicación externa**

La constructora no ha determinado el sistema apropiado, para las comunicaciones externas relevantes (quejas, denuncias, etc.), tampoco se estableció comunicación en materia ambiental con las partes interesadas (proveedores, etc.). En los proyectos, mediante el gestor social se sostiene una comunicación con la población, comunidades locales u otros; sin embargo, estos procesos no son estandarizados y no se encuentran documentados.

#### **7.5 Información documentada**

La constructora SICMA S.A.C. no tiene un proceso sistematizado e integral para la gestión de la información documentaria correspondiente al SGA, no se evidencia que se haya establecido la metodología adecuada para la creación y actualización de documentos existentes, como la identificación, formato, versión, medio de soporte, medio de revisión y aprobación; de la misma forma, no se evidencia el control de la información interna y externa; la información no se encuentra protegida, no se ha establecido el mecanismo de identificación, acceso, almacenamiento, distribución, recuperación, uso, tiempo de preservación, control de cambios, conservación y disposición de los mismos.

Tal como se presentó en capítulos anteriores, en obra solo se tiene evidencia del cumplimiento de algunos requisitos (impactos ambientales, competencia del personal y otros), por consiguiente, se observa un cumplimiento parcial de este apartado.

## **Capítulo 8: Operación**

### **8.1 Planificación y control operacional**

En la evaluación no se evidenció criterios de aplicación de la planificación, para cumplir los requerimientos del SGA, considerando que este apartado es de aplicación del capítulo 6; así mismo, el control operacional está asociado a los aspectos ambientales, objetivos ambientales, riesgos, oportunidades y otros, al no estar identificados, no es posible realizar su control operacional, además la organización debe tener los registros documentados, los cuales no fueron encontrados, sin embargo, se encontró documentado la planificación para el monitoreo ambiental.

### **8.2 Preparación y respuesta ante emergencia**

No se evidenció un plan de contingencia o emergencia del SGA, la constructora no identificó las situaciones de potencial emergencia, mediante un procedimiento o metodología estandarizada, sin embargo, dentro del PMA del proyecto en estudio, se consideraron algunos aspectos referentes a este apartado, por lo tanto, se determina un cumplimiento parcial del mismo.

## **Capítulo 9: Evaluación del desempeño**

### **9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación**

La constructora no determinó los procesos, a los que se debería realizar el seguimiento, medición (indicadores), análisis y evaluación periódica del desempeño medioambiental, ya que no tiene implementado el SGA. Así mismo, tampoco se ha establecido el procedimiento para realizar monitoreos ambientales; de manera que, para efectos de la presente investigación se realizó la evaluación y monitoreo ambiental del proyecto en estudio, para obtener los resultados antes de la implementación de la norma ambiental.

### **9.2 Auditoría interna**

La constructora, no estableció un plan o programa de auditoría interna, para evaluar el desempeño del sistema de gestión ambiental.

### **9.3 Revisión por la dirección**

La alta dirección no ha realizado ninguna revisión, referente a la eficacia del sistema de gestión ambiental, debido a que aún no se encuentra implementado.

## **Capítulo 10: Mejora**

### **10.1 No conformidad y acción correctiva**

La empresa constructora no ha establecido un procedimiento, para tomar acciones ante una no conformidad o tomar acciones correctivas; para realizar su evaluación deben estar definidas las responsabilidades en la organización; además, cabe destacar, que es importante la preservación de la información documentaria, para controlar o corregir los impactos adversos, del mismo modo, evaluar periódicamente su efectividad.

### **10.1 Mejora continua**

La organización no tiene un sistema de gestión ambiental implementado, en consecuencia, no se pudo evaluar su eficacia, ni acciones de mejoramiento en el desempeño medioambiental.

Para esta investigación, se realizó una evaluación de los trabajadores en temas ambientales, cumplimiento de los requisitos legales, identificación y evaluación de los aspectos e impactos ambientales y monitoreo ambiental; antes de la implementación de la norma ISO14001:2015; de esta manera evidenciar el estado inicial del sistema de gestión ambiental del proyecto en estudio.

### **Características del encuestado**

En la figura 3, se muestra al personal con capacidad de toma de decisiones, los cuales fueron clasificados en dos grupos; personal con educación superior (residente de obra, asistentes, etc.) representados por el 54,3% y el personal de obra, como maestros y jefes de cada frente de trabajo con el 45,7%.

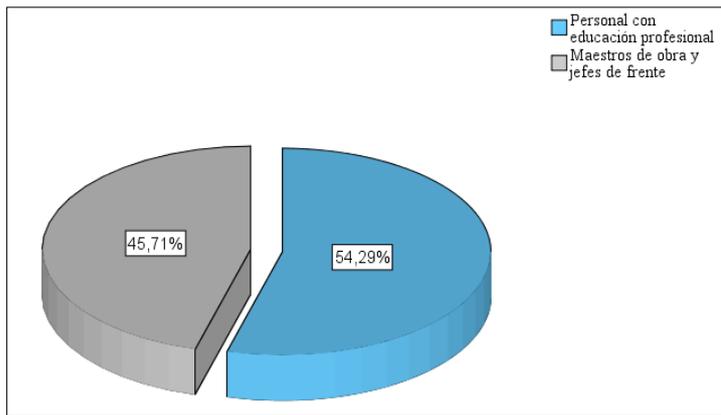


Figura 3. Clasificación del personal

Así mismo, en la figura 4 se puede ver representado a los encuestados según el cargo que ocupan, las encuestas se dirigieron a personal encargado de la dirección del proyecto, personal técnico, administrativo y otros (como jefe de maquinarias, etc.), se puede apreciar, que la mayoría de los encuestados (56,1%) lo conforman el personal técnico y especialistas de obra.

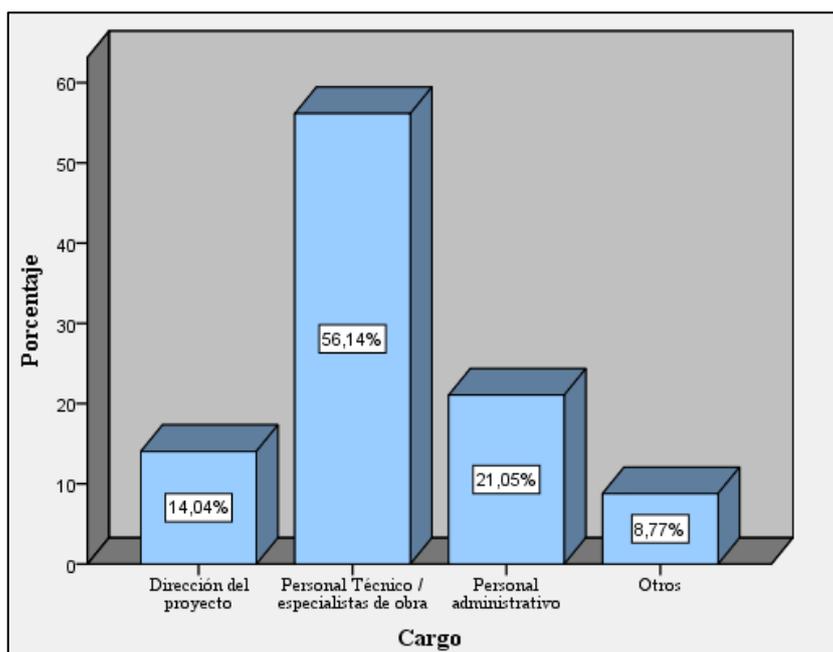


Figura 4. Encuestados según su cargo

Según los resultados obtenidos, en la figura 5 se puede ver representado a los encuestados según su profesión o especialidad, la mayoría de los encuestados son ingenieros civiles (45,6%), el 15.8% administradores, el 10,5% profesionales relacionados al medio ambiente y seguridad, mientras que el 7.0% incluye otras especialidades.

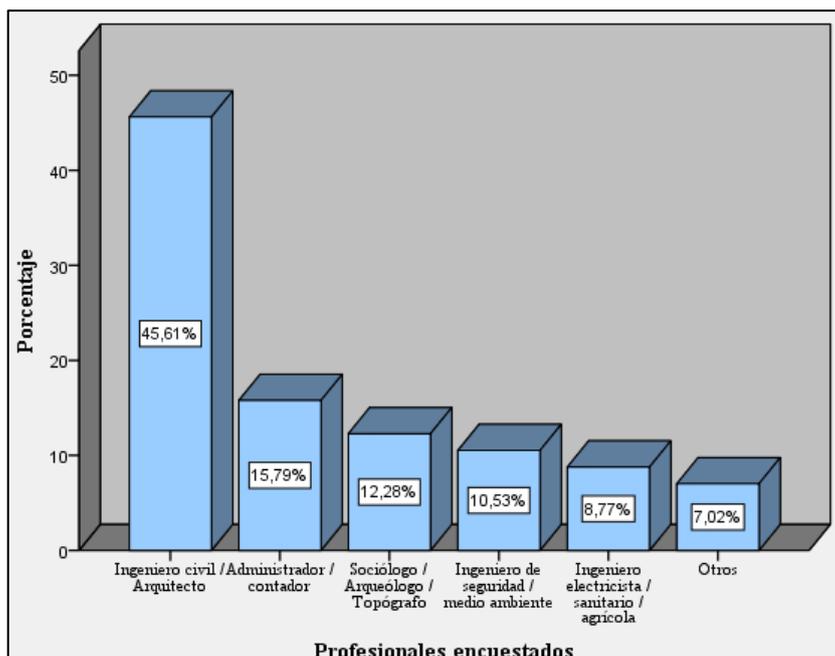


Figura 5. Características de los encuestados según su profesión o especialidad

En la figura 6 se muestra a los encuestados según el número de años de experiencia, el 36,8% tienen menos de 5 años, el 43,9% entre 5 a 10 años y el 19,3% de los encuestados tienen una antigüedad mayor a 10 años.

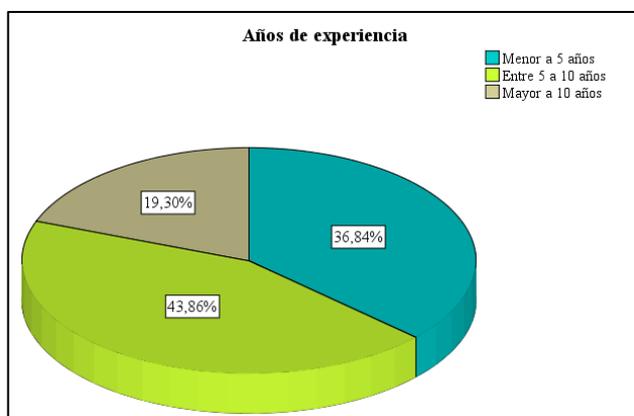


Figura 6. Encuestados según años de experiencia

### Evaluación del personal en temas ambientales

Respecto a la evaluación del personal, los resultados señalan que solo el 22,8% de los encuestados con nivel de formación superior, se encuentran capacitados con un nivel alto e intermedio en temas relacionados a los sistemas de gestión ambiental, legislación ambiental, políticas, estándares ambientales y otros, mientras que el 50,9% tiene un nivel de conocimiento bajo y el 26,3% no conoce ningún tema relacionado a la gestión ambiental.

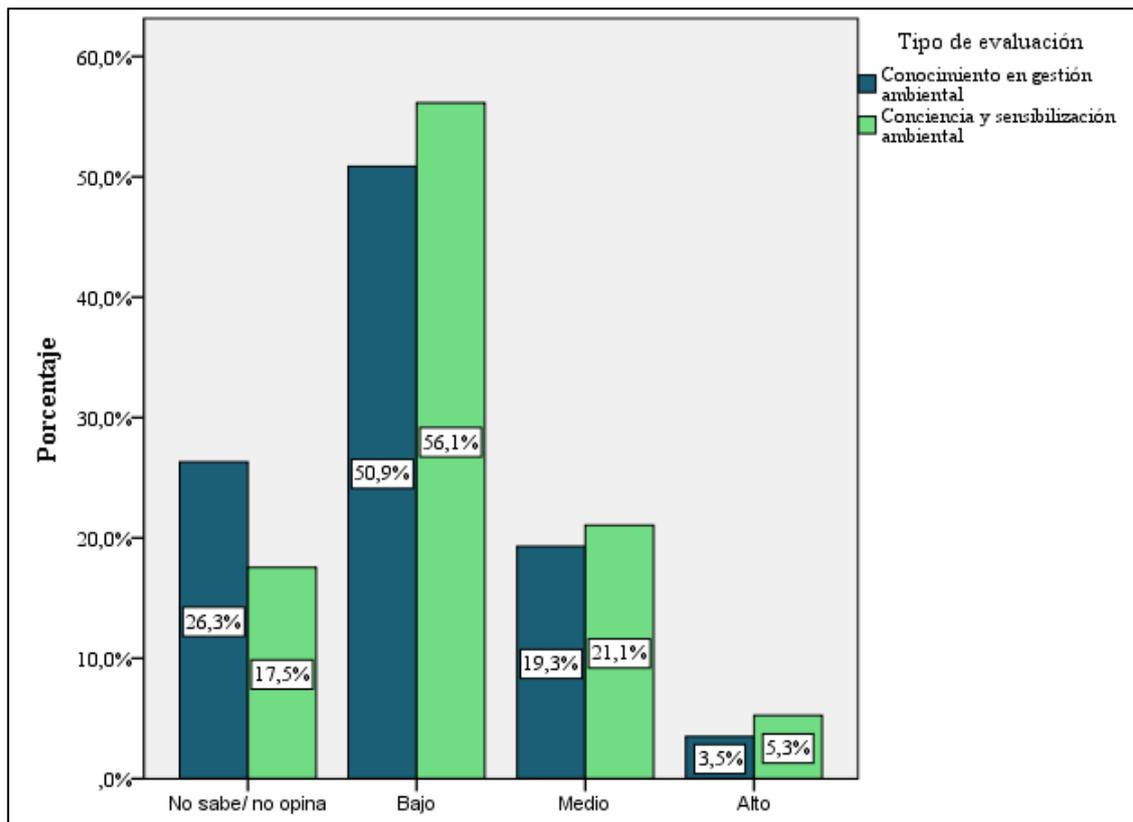


Figura 7. Evaluación de profesionales antes de la implementación de la norma

Así mismo, el 56,1% de los encuestados muestran un nivel bajo de concientización y sensibilización ambiental y el 17,5% no saben ni opinan, es decir, más de la mitad de los profesionales manifiestan poco interés por el ambiente y voluntad para conservarlo, en temas relacionados a los problemas ambientales, contaminación del agua, aire, degradación del suelo y otros.

En cuanto a la evaluación de las capacidades de los maestros de obra y jefes de frente, en la figura 8, los resultados demuestran que solo el 14,6% de los encuestados tienen un nivel de conocimiento “medio” en educación ambiental, mientras que el 50% evidencian un nivel “bajo” y el 35,4% desconocen los temas ambientales relacionados a la construcción.

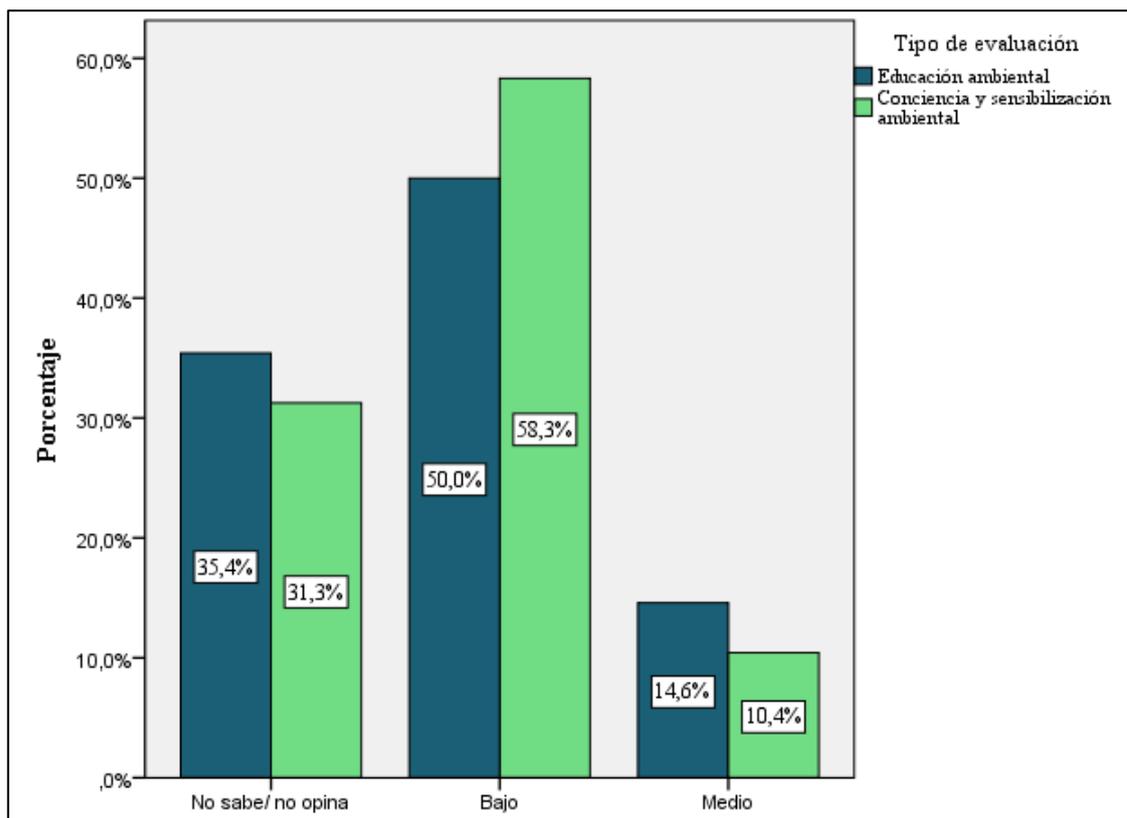


Figura 8. Evaluación del personal de obra, antes de la implementación de la norma

Por otro lado, solo el 10,4% de los encuestados, muestran un nivel “medio” de concientización y sensibilización ambiental, el 58,3% evidencia un nivel “bajo” y el 31,3% lo ignora, de manera que, se demuestra la falta de charlas de sensibilización y capacitación, respecto al uso adecuado de los recursos, buenas prácticas ambientales del agua, aire, suelo y energía (apagar los aparatos eléctricos, optimizar el consumo del agua, reducir el ruido, etc.).

### **Requisitos legales ambientales**

Como se evidenció en el diagnóstico realizado, la empresa no tenía establecido sus procedimientos para evaluación de este apartado, sin embargo, para efectos del presente estudio, se desarrolló la matriz de identificación y evaluación de requisitos legales ambientales relacionado con las actividades de la constructora; de esta manera, se realizó la evaluación del cumplimiento legal, previo a la implementación de la norma ambiental. La matriz empleada para la evaluación se encuentra detallada en el anexo 3.

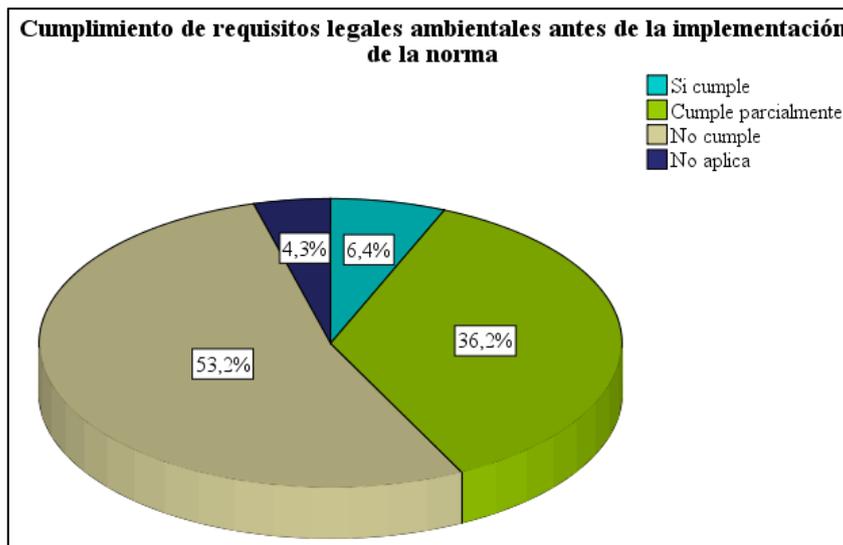


Figura 9. Cumplimiento de la legislación ambiental

En la figura 9, los resultados demostraron que solo se cumplió un 6,4% de los requisitos legales ambientales y un 36,2% cumplió parcialmente, mientras que el incumplimiento representó más de la mitad del total (53,2%), es importante destacar, que el incumplimiento, es una fuente de riesgos ante posibles sanciones administrativas, multas y otros.

### Aspectos e impactos ambientales

Para realizar una valoración apropiada, fue necesario identificar los aspectos e impactos ambientales específicos por cada obra y determinar si resultan significativos o no sobre el ambiente, para efectos de la investigación se elaboró la matriz de identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales y el análisis multicriterio, donde se relacionó las actividades primordiales del proyecto con los factores ambientales (Soca, 2004), el cual se encuentra detallado en el anexo 4.

En la figura 10 se muestra los subcomponentes, en relación a los factores ambientales seleccionados, donde se observa que el “ruido” predomina con el 30,8% y 23,1% en los subcomponentes de “redes y captación”, esto debido a la utilización de equipos y maquinarias en los procesos constructivos propios de obra; así como, el factor ambiental “agua” con el 27,3% en el sector de “Captación de agua de Chinchalahui” debido a los trabajos de concreto bajo el agua, los cuales representan un impacto negativo al medioambiente.

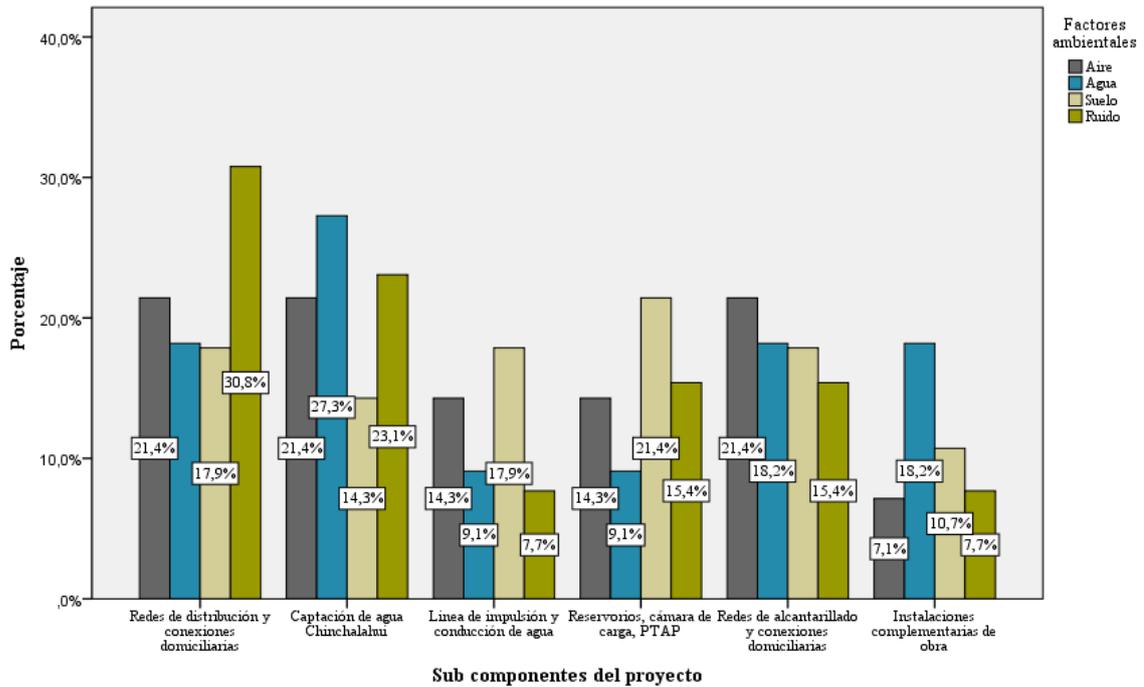


Figura 10. Subcomponentes del proyecto en relación a los factores ambientales

En la figura 11, se presenta la importancia del impacto ambiental, antes de la implementación de la norma, donde se evidencia que el “ruido” representa el 53,8% con un nivel “severo”, del mismo modo, los factores “suelo” (excavaciones masivas), el “agua”, el “suelo” y “aire” con el 42,9% y 35,7% respectivamente. Las calificaciones bajas y moderadas no son significativas y no precisa medidas correctoras, mientras que los niveles severos y críticos con significativos, necesita medidas correctoras y en algunos casos son costosos o se genera una pérdida permanente de las condiciones ambientales.

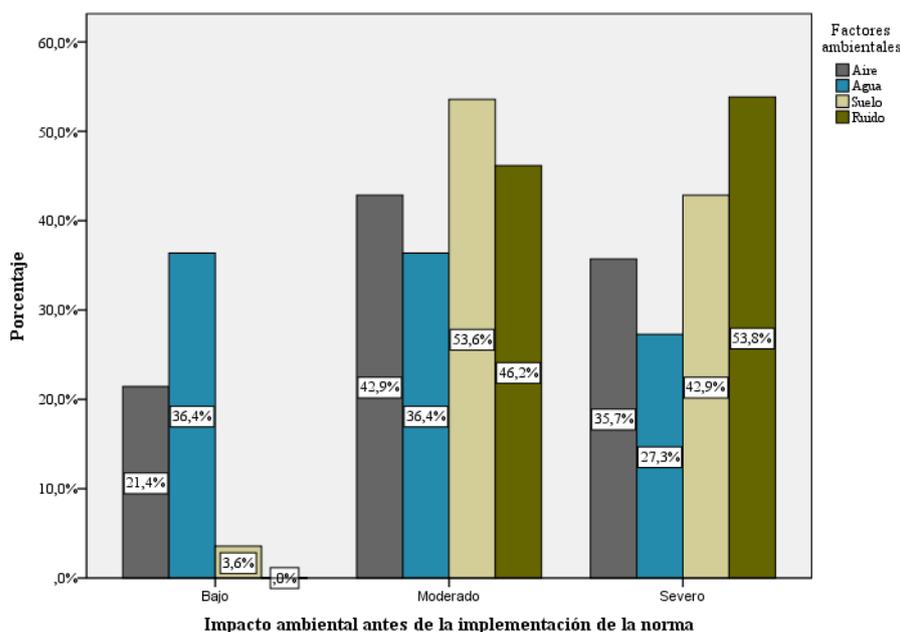


Figura 11. Impacto ambiental antes de la implementación de la norma

En la declaración de impacto ambiental (DIA) del expediente técnico, solo se consideró el monitoreo del agua para consumo humano, sin embargo, para una pesquisa acertada, se valoró los cuatro factores ambientales (agua, suelo, aire y ruido), identificados en los aspectos ambientales.

### **Monitoreo ambiental antes de la implementación de la norma**

Se realizó el monitoreo ambiental en la fase de construcción del proyecto, antes de la implementación de la norma ambiental, del 29 al 30 de octubre del 2018, considerando los parámetros principales de los estándares de calidad ambiental (ECA).

- **Monitoreo ambiental de la calidad de aire**

El objetivo fue determinar los posibles contaminantes del aire durante la construcción del proyecto, identificar la concentración de material particulado PM 10 y la concentración de gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), para comparar los resultados obtenidos de las concentraciones de los parámetros monitoreados con los estándares nacionales de calidad ambiental del aire establecido en el D.S. N° 003-2017-MINAM.

**Estaciones de monitoreo:** La ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire se muestran en la siguiente tabla 9.

Tabla 9

*Ubicación de las estaciones de monitoreo de aire*

Estación	Ubicación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
CA-01	PTAP	451767	8206813	4013
CA-02	Panamericana	448640	8206717	3821

### **Material Particulado PM10**

Llamado también contaminación por partículas, en la tabla 10 se evidencia los resultados obtenidos del análisis de material particulado menor a 10 µm (PM10); los cuales fueron calculados con los datos entregados por el laboratorio, las concentraciones de PM10 presentes en las muestras analizadas de las estaciones CA-01 (PTAP) y CA-02 (Panamericana), son de 11,98 µg/m<sup>3</sup> y 78,67 µg/m<sup>3</sup> respectivamente, se observa que ambos resultados son inferiores al estándar de calidad ambiental (ECA) para PM10.

Tabla 10

*Resultados de concentración de material particulado PM10*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultado emitido por laboratorio (ug/muestra)	Resultado de concentración PM10 (ug/m3)	ECA (ug/m3) (24h)
	Inicio	Fin				
CA-01	29/10/2018	30/10/2018	10:00	20350	11.98	100
CA-02	29/10/2018	30/10/2018	11:00	133300	78.67	100

Fuente: SICMA S.A.C.

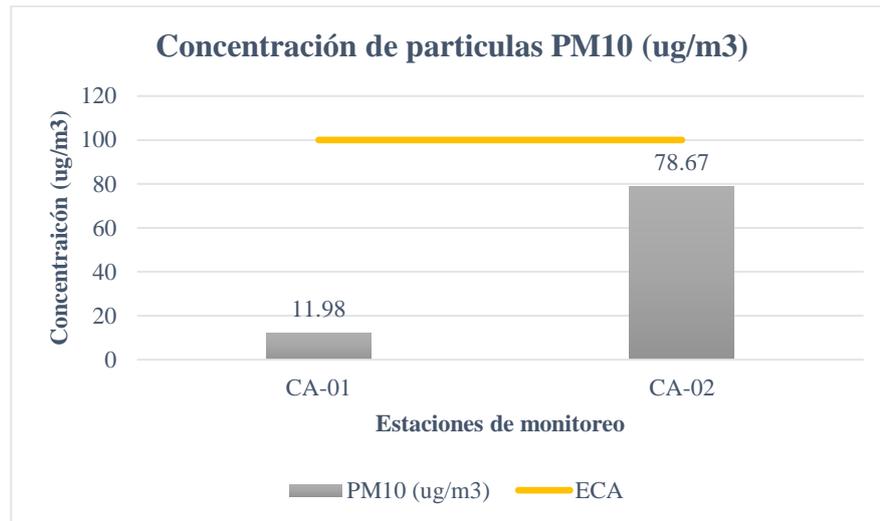


Figura 12. Concentración de material particulado PM10

Debido a las actividades propias del proceso constructivo como movimiento de tierras, excavaciones, carguío, descarguío, transporte de materiales y otros; se generan partículas suspendidas, que pueden ser perjudiciales para la salud, por tanto, es importante adoptar las medidas de control necesarias, realizar un control adecuado del material particulado, ya que incluye sólidos microscópicos y gotas de líquido muy pequeños que pueden provocar problemas de salud muy graves al inhalarse; en las zonas de construcción del proyecto se observa que los índices son bajos y se encuentran dentro de lo establecido en la normativa vigente.

**Monóxido de carbono (CO)**

En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos de las concentraciones de monóxido de carbono presentes en las muestras analizadas, apoyado en los datos emitidos por el laboratorio, se obtiene 817,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 747,82  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para las estaciones monitoreadas, por lo tanto, se demuestra que las valoraciones se

encuentran inferiores al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para CO, cumpliendo con la normativa vigente.

Tabla 11

*Resultados de concentración de monóxido de carbono*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultado emitido por laboratorio (ug/muestra)	Resultados de concentración CO (ug/m3)	ECA (ug/m3) (8h)
	Inicio	Fin				
CA-01	29/10/2018	29/10/2018	11:00	200	817.29	10000
CA-02	29/10/2018	29/10/2018	12:00	183	747.82	10000

Fuente: SICMA S.A.C.

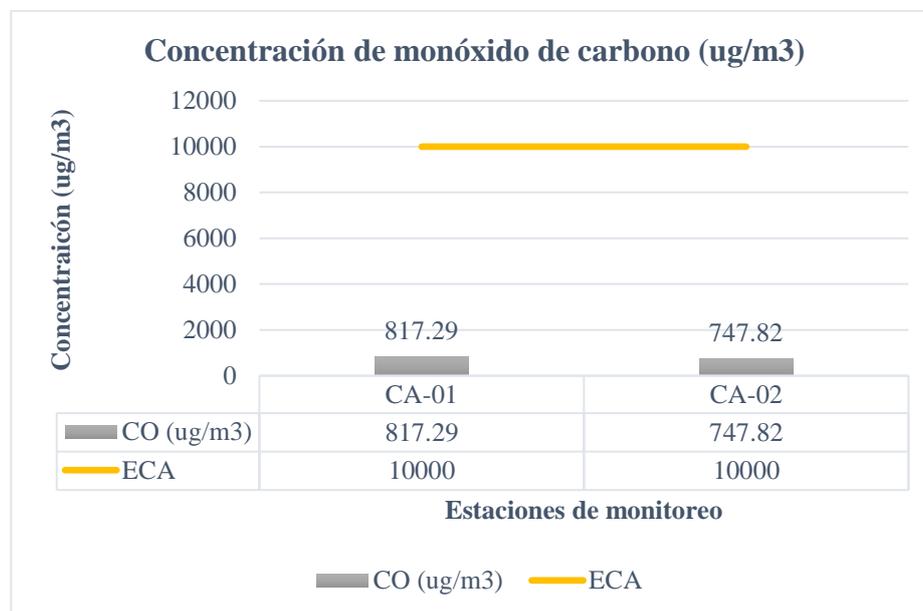


Figura 13. Concentración de monóxido de carbono

El monóxido de carbono se forma cuando el combustible se quema en baja cantidad de oxígeno; el gas es incoloro, inodoro e insípido; si se encuentra en concentraciones elevadas puede ser mortal; la operación de las maquinarias y equipos en los procesos de obra puede traer como resultado el aumento en la concentración de emisión de gases, por tanto, se deben establecer las medidas de control, ya que la empresa no tiene un programa anual de mantenimiento para las maquinarias.

### **Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)**

En la tabla 12 se presenta los resultados alcanzados de las concentraciones de S02 registradas durante el periodo de monitoreo, con los datos emitidos por el

laboratorio, se obtienen 13,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por cada estación de monitoreo, por lo tanto, se llega a la conclusión que los resultados se encuentran inferiores al Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

Tabla 12

*Resultados de concentración de dióxido de azufre*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultado emitido por laboratorio (ug/muestra)	Resultados de concentración SO2 (ug/m3)	ECA (ug/m3) (24h)
	Inicio	Fin				
CA-01	29/10/2018	30/10/2018	13:00	< 3.951	13.45	250
CA-02	29/10/2018	30/10/2018	14:00	< 3.952	13.45	250

Fuente: SICMA S.A.C

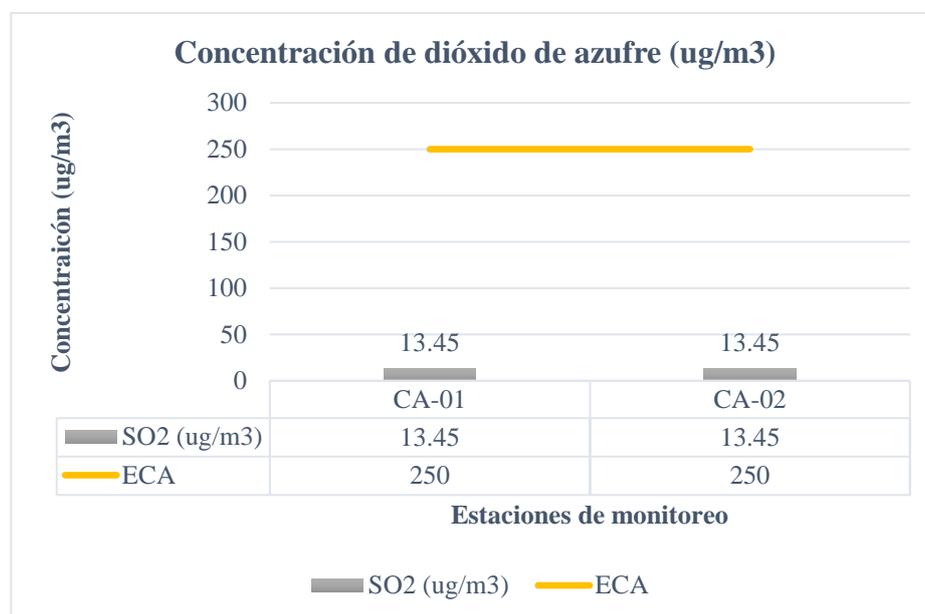


Figura 14. Concentración de dióxido de azufre

Los procesos industriales que incluyen el uso de carbón, vehículos o maquinaria pesada que usan combustibles poco refinados, así como fábricas de cemento, el procedimiento de obtención de metales a partir de minerales (cobre, aluminio, zinc entre otros) y de manera general el empleo de combustibles que contienen azufre, son las mayores fuentes de dióxido de azufre. En la zona de intervención del proyecto se encontraron concentraciones menores a lo establecido en la normativa vigente.

### Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

En la tabla 13 se muestra los resultados alcanzados de las concentraciones de dióxido de nitrógeno, con los datos emitidos por el laboratorio, se obtuvo 8,60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 14,55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  por cada punto de monitoreo, los cuales, son inferiores a los valores del Estándar de Calidad Ambiental, tal como se evidencia en la Figura 15.

Tabla 13

*Resultados de concentración del dióxido de nitrógeno*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultado emitido por laboratorio (ug/muestra)	Resultados de concentración NO2 (ug/m3)	ECA (ug/m3) (1h)
	Inicio	Fin				
CA-01	29/10/2018	29/10/2018	10:00	0.263	8.60	200
CA-02	29/10/2018	29/10/2018	11:00	0.445	14.55	200

Fuente: SICMA S.A.C

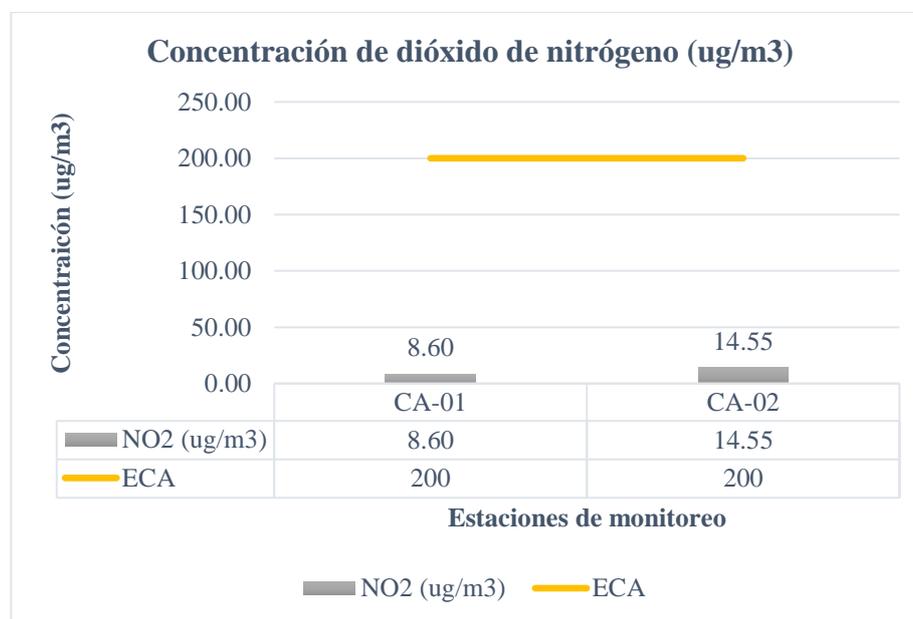


Figura 15. Concentración de dióxido de nitrógeno

El dióxido de nitrógeno es el contaminante principal de los óxidos de nitrógeno, se forma a partir de los procesos de combustión, principalmente en el motor de los vehículos; es un gas tóxico e irritante que podría causar daños en el sistema respiratorio. En el ámbito de construcción del proyecto se encuentra el dióxido de nitrógeno en bajos niveles, por tanto, se cumple la normativa vigente.

Los resultados obtenidos de la calidad de aire de las estaciones CA-01 y CA-02 del proyecto, muestran que las concentraciones de los parámetros de material particulado PM10, monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO2) y dióxido de nitrógeno (NO2), son inferiores a los estándares de calidad ambiental, de esta

manera se cumple con la normativa vigente. Los parámetros evaluados se refieren principalmente al polvo generado, partículas y gases productos de la combustión, por lo que se presentan mayores valores en algunas zonas debido al tránsito vehicular.

▪ **Monitoreo ambiental de la calidad de agua**

Se evaluó el estado de la calidad del agua, dentro de la zona de ejecución del proyecto y se comparó los resultados obtenidos de los parámetros monitoreados con el estándar de calidad ambiental para el agua, establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

**Estación de monitoreo:** Se determinó el punto de monitoreo, en el sector de captación de agua del proyecto (Lago Titicaca), su ubicación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14

*Ubicación de la estación de monitoreo de agua CAL-01*

Estación	Ubicación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
CAL-01	Zona de captación de agua	454165	8211067	3399

**Resultados del análisis de calidad del agua**

Los resultados emitidos por el laboratorio, indican que los parámetros de campo: pH (8,17), oxígeno disuelto (6,72 mg/L) y temperatura (17,8 °C) no superan los ECA, tal como se muestran en la tabla 15, sin embargo, la conductividad (1544 μS/cm) sobrepasa estos valores, en las subcategorías A1 y E, lo que demuestra la capacidad del agua para transportar corriente eléctrica, característica vinculada con la temperatura del agua y la concentración de sales disueltas, respecto a las demás categorías evaluadas, se encuentran por debajo de los ECA establecidos.

Tabla 15

*Resultados de análisis de la calidad de agua*

Parámetro	Unidad de medida	Resultados	ECA - Categoría 1, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		ECA - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Estado
			A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional		
					E1: Lagunas y lagos	

Temperatura	°C	17,8	Δ3	Δ3	Δ3	Cumple
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	8,17	6,5-8,5	5,5-9,0	6,5-9,0	Cumple
Conductividad	μS/cm	1544	1500	1600	1000	No cumple
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,72	≥6	≥5	≥5	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	< 2	3	5	5	Cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	< 2	10	20	**	Cumple
Sólidos Totales Suspendedos	mg/L	0,023	0,1	0,15	0,035	Cumple
Sulfuros	mg/L	<0,0004	**	**	0,002	Cumple
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	<1,8	50	**	1000	Cumple
Cobre	mg/L	< 0,00003	2	2	0,1	Cumple
Cianuro libre	mg/L	0,00058	**	0,2	0,0052	Cumple
Clorofila	mg/L	< 0,0041	**	**	0,008	Cumple
Niquel	mg/L	< 0,0002	0,07	**	0,052	Cumple
Nitratos (NO <sub>3</sub> -) ©	mg/L	< 0,010	50	50	13	Cumple
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,15	Cumple
Cadmio	mg/L	< 0,00001	0,003	0,005	0,00025	Cumple
Cromo total	mg/L	< 0,0001	0,05	0,05	1	Cumple
Hierro	mg/L	< 0,0004	0,3	1	**	Cumple
Manganeso	mg/L	0,00055	0,4	0,4	**	Cumple
Mercurio	mg/L	< 0,00003	0,001	0,002	0,0001	Cumple
Plomo	mg/L	< 0,0002	0,01	0,05	0,0025	Cumple

Fuente: SICMA S.A.C.

(a) 100 (para aguas claras, que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

\*\* : El parámetro no aplica para la subcategoría. (D.S. N° 004-2017-MINAM)

Las muestras fueron tomadas del punto de monitoreo en la zona de captación de agua del proyecto ubicado en el Lago Titicaca, los parámetros cumplen con la valoración establecida en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de agua, categoría 1 (poblacional y recreacional), A1 (aguas aptas para ser potabilizadas con desinfección) y A2 (aguas aptas para ser potabilizadas con tratamiento convencional), según el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Los resultados que se han obtenido del monitoreo ambiental de calidad del agua, permitieron a la empresa dar a conocer la situación actual del agua del lago Titicaca

en la zona de construcción del proyecto, dado los resultados favorables se debe continuar con el monitoreo ambiental durante las diversas fases de ejecución del proyecto, así como supervisar constantemente las actividades constructivas, con el fin de evitar la contaminación de residuos u otros efluentes que puedan modificar las condiciones actuales del agua del lago Titicaca.

▪ **Monitoreo ambiental de la calidad del suelo**

El objetivo de realizar este monitoreo ambiental, fue identificar y evaluar los posibles contaminantes del suelo, en el periodo de construcción del proyecto de saneamiento, además determinar la concentración de los parámetros orgánicos e inorgánicos y comparar los resultados de los parámetros monitoreados con los estándares nacionales ambientales de calidad del suelo dispuesto en el D.S. N° 011-2017-MINAM.

**Estaciones de monitoreo:** El emplazamiento de las estaciones de monitoreo de suelo se muestra a continuación en la tabla 16.

Tabla 16

*Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de suelo*

Estación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
CS-01	Taller maquinaria	451282	8207930
CS-02	Carretera Chojchoni	450853	8208052
CS-03	Carretera Vista Alegre	458608	8206948
CS-04	Carretera Santa Bárbara	450945	8207029
CS-05	Captación	454138	8211087

**Resultados de concentración del suelo**

Los resultados emitidos por el laboratorio, en las estaciones de monitoreo CS-01, CS-02, CS-03, CS-04 y CS-05, muestran que los valores se encuentran dentro de lo especificado en los estándares nacionales de calidad ambiental del suelo, para los tipos de suelo agrícola y suelo residencial; en el caso de hidrocarburos aromáticos volátiles y poli aromáticos los resultados se encuentran inferiores al límite de detección, así como en los valores de hidrocarburos de petróleo, sin embargo, en la fracción de hidrocarburos F3 se muestra mayor presencia, como se puede evidenciar en la tabla 17.

Asimismo, se observa en los resultados de los parámetros inorgánicos (metales) mayor presencia de bario, al igual que aluminio, hierro, potasio, fósforo, silicio, entre otros, que no están establecidos en los estándares, porque se encuentran de manera abundante en la corteza terrestre de manera natural.

Tabla 17

*Resultados del monitoreo ambiental de calidad del suelo*

Parámetros (mg/kg MS)	CS-01 29/10/18	CS-02 29/10/18	CS-03 29/10/18	CS-04 29/10/18	CS-05 29/10/18	Usos del Suelo	
						Suelo agrícola	Suelo residencial/ parques
<b>Orgánicos</b>							
<b>Hidrocarburos aromáticos volátiles</b>							
Benceno	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	0,03	0,03
Tolueno	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	0,37	0,37
Etilbenceno	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	0,082	0,082
Xileno	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	< 0,0104	11	11
<b>Hidrocarburos poli aromáticos</b>							
Naftaleno	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	0,1	0,6
<b>Hidrocarburos de petróleo</b>							
Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10)	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	200	200
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1200	1200
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	40,7	38,6	18,8	23,1	54,9	3000	3000
<b>Inorgánicos</b>							
Arsénico	21,2	26,8	20,1	14,8	15,8	50	50
Bario total	106,6	179,1	223,5	140,8	260,2	750	500
Cadmio	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,4	10
Cromo total	11,7	11,4	10,2	14,6	19,2	**	400
Mercurio	< 0,02	0,04	0,04	< 0,02	< 0,02	6,6	6,6
Plomo	38,8	28,9	71,5	64,5	28,9	70	140

Fuente: SICMA S.A.C.

La contaminación del suelo puede presentarse de diversas formas, como la inapropiada disposición de los residuos constructivos, los procesos de movimiento de tierras podrían generar pérdida de áreas verdes, por consiguiente, se debe tomar acciones y minimizar

los daños, prohibir el uso de fuego para destrozarse la vegetación, la combustión de neumáticos u otros elementos que contaminen; al finalizar, se debe devolver al entorno sus características iniciales. El monitoreo de calidad de suelo, ha permitido dar a conocer a la empresa la situación actual del suelo dentro de la zona de las actividades de construcción del proyecto.

#### ▪ **Monitoreo ambiental de la calidad del ruido**

Se identificó los puntos de monitoreo de ruido y se realizó la evaluación durante el proceso de construcción del proyecto, se determinó los niveles de ruido para comparar los resultados con los estándares nacionales ambientales de calidad de ruido, de acuerdo al D.S. N° 085-2003-PCM.

**Estaciones de monitoreo:** La localización de las zonas de monitoreo de calidad del ruido, se detalla en la tabla 18.

Tabla 18

*Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental*

Estación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
RA-01	Área cerca de la PTAP	451875.30	8207434.00
RA-02	Carretera camino a Ilave	451415.32	8207430.03
RA-03	Captación	452320.29	8207559.58
RA-04	Carretera camino a captación	451320.18	8207535.45
RA-05	Depósito de residuos sólidos	450993.54	8208029.08
RA-06	Almacén de materiales y equipos	451283.35	8208211.23

Para realizar la evaluación del nivel de presión sonora (LAeqT) y compararlo con los estándares de calidad, se consideró la valoración de la zona residencial de acuerdo a la zonificación establecida y el horario diurno, ya que es el horario en el que se realizan las actividades de construcción.

#### **Resultados del monitoreo de ruido**

En la tabla 19 se aprecian los resultados alcanzados de la evaluación de los parámetros medidos en campo, dichos resultados muestran, que las estaciones RA-02, RA-03, RA-04, RA-05, RA-06 superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), debido a la cercanía de los puntos monitoreados con la carretera y el uso habitual de maquinaria como parte del proceso constructivo.

Tabla 19

*Resultados del monitoreo ambiental del ruido*

Puntos de monitoreo	Nivel Sonoro (dB)			ECA - Ruido diurno (dB)	Observación
	Lmin	Lmax	LAeqT		
RA-01	41.0	70.1	<b>53.3</b>	60	Operación de maquinaria
RA-02	43.0	77.3	<b>63.5</b>	60	Operación de maquinaria
RA-03	51.5	82.3	<b>75.5</b>	60	Área donde se realiza trabajos de soldadura
RA-04	42.0	82.2	<b>64.2</b>	60	Camino al área de captación del lago
RA-05	42.7	76.6	<b>62.7</b>	60	Operación con camiones
RA-06	40.6	85.2	<b>66.6</b>	60	Entrada y salida de maquinaria

Fuente: SICMA S.A.C.

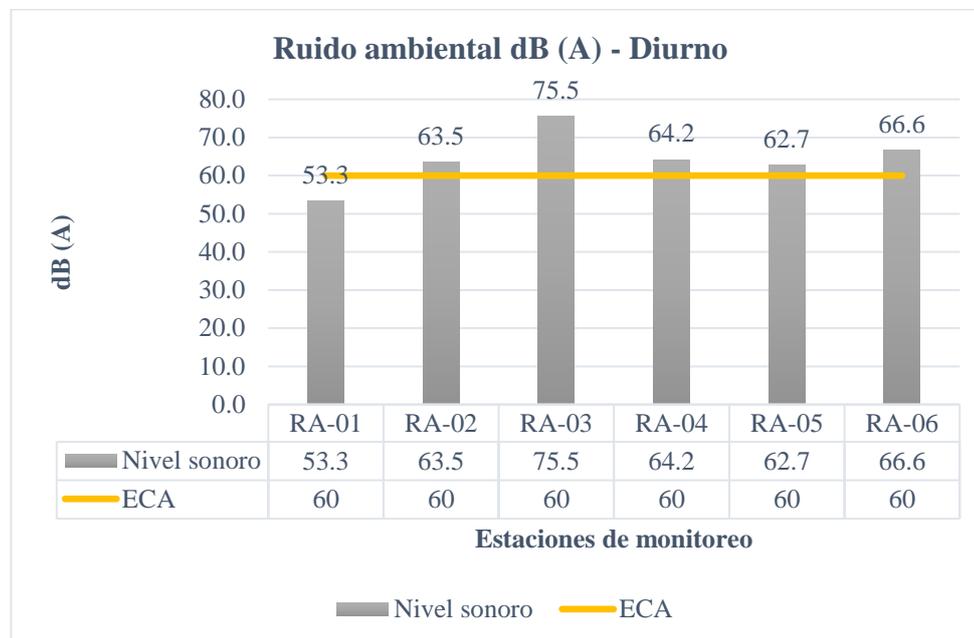


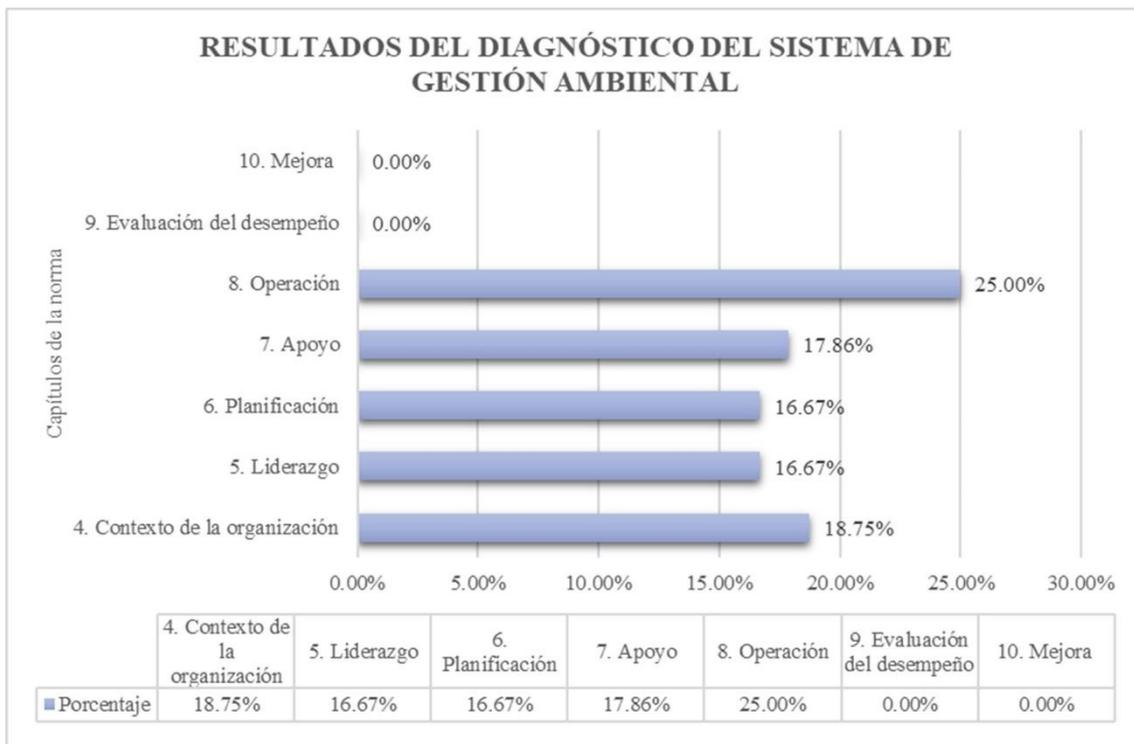
Figura 16. Resultados de niveles del ruido ambiental

Los tres puntos monitoreados (RA-02, RA-03 y RA-04) no cumplen con la valoración dispuesta en los estándares de calidad ambiental del ruido correspondiente a la zona residencial según D.S. N° 085-2003-PCM, debido al tránsito vehicular que es habitual en la zona y el uso de maquinarias (retroexcavadoras y otros) para labores específicas, por lo tanto, no es un ruido continuo. Sin embargo, esta evaluación ha permitido conocer a la empresa SICMA S.A.C., la situación de calidad del ruido ambiental dentro de la zona de construcción del proyecto, además evidenciar que las maquinarias deben ser revisadas constantemente y cumplir su respectivo mantenimiento.

Tabla 20

*Resultados del diagnóstico del sistema de gestión ambiental en SICMA S.A.C.*

<b>RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>					
<b>Item</b>	<b>Requisitos de ISO 14001:2015</b>	<b>Calificación total esperada (%)</b>	<b>Calificación obtenida</b>		
4. Contexto de la organización	4.1	Comprensión de la organización y su contexto	100%	25.00%	2
	4.2	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	100%	25.00%	2
	4.3	Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental	100%	25.00%	2
	4.4	Sistema de gestión de ambiental	100%	0.00%	1
5. Liderazgo	5.1	Liderazgo y Compromiso	100%	25.00%	2
	5.2	Política ambiental	100%	0.00%	1
	5.3	Roles, responsabilidades y autoridades de la organización	100%	25.00%	2
6. Planificación	6.1.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	100%	25.00%	2
	6.1.2	Aspectos Ambientales	100%	25.00%	2
	6.1.3	Requisitos legales y otros requisitos	100%	25.00%	2
	6.1.4	Planificación de acciones	100%	25.00%	2
	6.2.1	Objetivos Ambientales	100%	0.00%	1
	6.2.2	Planificación de Acciones para lograr los objetivos ambientales	100%	0.00%	1
7. Apoyo	7.1	Recursos	100%	50.00%	3
	7.2	Competencia	100%	25.00%	2
	7.3	Toma de conciencia	100%	25.00%	2
	7.4.1	Comunicación: Generalidades	100%	0.00%	1
	7.4.2	Comunicación Interna	100%	0.00%	1
	7.4.3	Comunicación Externa	100%	0.00%	1
8. Operación	7.5	Información documentada	100%	25.00%	2
	8.1	Planificación y control operacional	100%	25.00%	2
9. Evaluación del desempeño	8.2	Preparación y respuesta ante emergencias	100%	25.00%	2
	9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	100%	0.00%	1
	9.2	Auditoría interna	100%	0.00%	1
	9.3	Revisión por la dirección	100%	0.00%	1
	10.1	No conformidad y acción correctiva	100%	0.00%	1
10.2	Mejora continua	100%	0.00%	1	
<b>Calificación promedio obtenido</b>			<b>14.81%</b>		



*Figura 17.* Resultados del diagnóstico del SGA en la constructora SICMA S.A.C.

Los resultados obtenidos del diagnóstico ambiental inicial de la empresa constructora SICMA S.A.C demuestran que existe un nivel “bajo” de cumplimiento del sistema de gestión ambiental, tal como se muestra en la tabla 20, respecto a los capítulos 9 y 10 que corresponden a la mejora continua y evaluación del desempeño ambiental, se evidencia que en la constructora no se trabajan esos aspectos y existe un desconocimiento del personal de la organización.

### 4.3 Desempeño ambiental

En cumplimiento al segundo objetivo específico, se realizó el análisis del desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., después de la implementación de la normativa ISO 14001:2015, en la tabla 21 se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 21

Resultados de la implementación de la norma ISO 14001:2015 en la constructora SICMA S.A.C.

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)				
Item	Requisitos de ISO 14001:2015	Resultados	Calificación total esperada	Calificación obtenida
4.1	Comprensión de la organización y su contexto	Este apartado se desarrolló mediante el análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), se definió los factores internos y externos; se empleó el mapa de procesos para realizar el seguimiento y revisión. Para obtener mayor conocimiento sobre esta sistemática se recomendó a la empresa realizar este análisis anualmente o cada vez que se produzcan cambios significativos.	100%	50.00%
4.2	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Se determinó los requisitos de las partes interesadas tanto externas como internas (formación y capacitación necesaria para la implantación del SGA a los trabajadores y otros) mediante la matriz de los interesados y el análisis FODA. Además, se recomendó continuar con el seguimiento y evaluación de cada uno de los requisitos identificados periódicamente.	100%	50.00%
4.3	Determinación del alcance del SGA	Se determinó el alcance del sistema de gestión ambiental, considerando los factores externos e internos; del mismo modo los requisitos legales y otros referidos a los interesados, evaluando constantemente la aplicación de cada requerimiento de la norma mencionada.	100%	50.00%
4.4	Sistema de gestión de ambiental	Se elaboró un mapa de procesos para detallar los procesos relevantes, además se identificaron los factores ambientales, se determinaron las partes interesadas y sus requisitos, de esta manera, mantener su evaluación permanente. Se elaboró un sistema de indicadores del desempeño ambiental, basado en el cuadro de mando integral (CMI) y se asignó responsables del seguimiento y control.	100%	50.00%
5.1	Liderazgo y Compromiso	Se estableció la política ambiental y los objetivos ambientales concordantes con el contexto y la organización estratégica, además se definieron herramientas para el cumplimiento de los requerimientos del SGA y los procesos que lo integran. La alta dirección, mediante la política y los objetivos ambientales, se comprometió a la disposición de los recursos necesarios para el SGA; del mismo modo seguir con la mejora continua constante.	100%	50.00%
5.2	Política ambiental	Se estableció la política ambiental cumpliendo los requisitos, el cual fue documentado, comunicado, difundido y explicado, a través de reuniones para que sea aplicada dentro de la organización y los proyectos, así mismo, se estableció los medios (revistas, folletos, correos electrónicos, etc.) para mantener la disponibilidad a las partes interesadas.	100%	75.00%
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades de la organización	Con el organigrama definido, se estableció un perfil por cada puesto, para asignar responsabilidades, autoridades y recursos, donde se indica que todos los trabajadores deben comunicar a la gerencia general sobre el desempeño del SGA, nuevos aspectos ambientales, mejoras identificadas en cada proceso y otros, por cada proyecto; del mismo modo, se realizó la difusión del documento dentro de la organización.	100%	75.00%
6.1.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades	Se identificaron las acciones, mediante la matriz de riesgos y oportunidades, de esta manera, se realizó el procedimiento de cada uno a través de controles y estrategias. Los riesgos y oportunidades vinculados a los aspectos ambientales, requisitos legales y otros de la organización.	100%	50.00%

6.1.2	Aspectos Ambientales	Se estableció un procedimiento documentado, así como la matriz, para identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales producto de los trabajos realizados en obras de la constructora, a continuación, se clasificó los aspectos que pueden tener un impacto ambiental significativo, los cuales fueron comunicados a diferentes niveles jerárquicos de la organización, dicha información se mantiene documentado en la misma.	100%	75.00%	4
6.1.3	Requisitos legales y otros requisitos	Se estableció un procedimiento para identificar y evaluar los requisitos legales u otros requisitos, vinculados con los aspectos e impactos ambientales significativos, se identificaron los requisitos aplicables mediante la matriz legal ambiental, el cual debe mantenerse documentada y disponible en la zona de trabajo.	100%	75.00%	4
6.1.4	Planificación de acciones	Se tomaron acciones para confrontar los aspectos ambientales significativos, riesgos y oportunidades identificados, mediante los formatos de programa de gestión ambiental y diagramas de entrada y salida de las actividades administrativas y de las obras; así como, el procedimiento de seguimiento y medición para valorar la eficiencia de las acciones llevadas a cabo.	100%	25.00%	2
6.2.1	Objetivos ambientales	Se establecieron procedimientos para definir los objetivos ambientales enfocados a la mejora ambiental; considerando que debe ser congruente con la política ambiental, con los aspectos ambientales significativos, los requisitos legales u otros establecidos por la constructora.	100%	25.00%	3
6.2.2	Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales	Por cada objetivo ambiental determinado, se establecieron las acciones a realizar, los recursos necesarios a otorgar, el responsable de uno, el plazo, los indicadores de evaluación, los resultados obtenidos y otros; documentado en los formatos del programa de gestión ambiental y los procedimientos para definir los objetivos ambientales y su planificación.	100%	25.00%	3
7.1	Recursos	La gerencia general determinó y proporcionó los recursos necesarios (gestor ambiental, áreas para almacenamiento de residuos, etc.) y externos (asesores, auditores, entidades que realizan controles, etc.) para la implantación y mejora continua del SGA, tanto en las obras como en el edificio administrativo central; documentado en el formato de procedimiento para competencia, recursos y toma de conciencia.	100%	75.00%	4
7.2	Competencia	Se determinaron las competencias en las fichas de perfil de cada puesto, se recabó el currículo vitae por cada trabajador, donde se evidencia las competencias descritas en el perfil; se realizó también un programa de capacitaciones, para adquirir las competencias necesarias y realizar la evaluación periódica correspondiente. El plan anual de formación se encuentra en proceso de elaboración.	100%	75.00%	4
7.3	Toma de conciencia	La política ambiental, objetivos ambientales y otros establecidos por la empresa, fueron difundidos al personal mediante charlas, trípticos, folletos, reuniones, etc. de esta manera, se sensibilizó al personal interno y externo (subcontratistas, proveedores, etc.), para que se contribuya a la eficacia del SGA. Este procedimiento se encuentra documentado en los programas de capacitación y toma de conciencia.	100%	75.00%	4
7.4.1	Comunicación: Generalidades	Se estableció un método para el procedimiento de comunicaciones internas como externas, pertinentes al SGA, donde se detallan, a quién comunicar, qué información se debe comunicar, cuando comunicar, cómo comunicar (medio empleado) y quién comunica (encargado de llevar el mensaje); todo ello documentado en el procedimiento y matriz de comunicaciones.	100%	25.00%	2
7.4.2	Comunicación Interna	Se estableció un método para el procedimiento de comunicaciones internas, pertinente al SGA entre los diferentes niveles (comunicación vertical y horizontal) y el medio de comunicación (intranet, correo corporativo, revistas, etc) para personal que labora bajo control de la constructora, de esta manera se puede contribuir a la mejora continua a través de la comunicación.	100%	25.00%	2

7. APOVO

7.4.3	Comunicación Externa	Se estableció un método para el procedimiento de comunicaciones externas (quejas, denuncias, etc.), referente al SGA, donde se determinaron los medios de comunicación con las partes interesadas pertinentes, (clientes, socios, comunidades locales, etc.) para ello se definió grupos de interés y canales de comunicación apropiados (página web, comunicados de prensa, congresos, etc.).	100%	25.00%	2
7.5	Información documentada	Se estableció el procedimiento para la gestión de la información documentada, una metodología para la invención, actualización, registro y control de la información (formatos, números de versión, lista maestra de documentos externos e internos, etc.), además, se estableció un gestor documentario en la organización para que la información sea accesible al uso de quienes lo requieran, donde y cuando lo requieran y esté protegido a la pérdida, confidencialidad y otros.	100%	75.00%	4
8.1	Planificación y control operacional	Se estableció un método para la implantación y mantenimiento de los procedimientos de control operacional, así como para los procesos contratados, acciones de control para cada aspecto e impacto ambiental identificado, generados durante el proceso productivo; de esta manera, mantener un control o influencia sobre las actividades que realizan y que pueden afectar al ambiente (monitoreo ambiental, matrices de control, etc.).	100%	75.00%	4
8.2	Preparación y respuesta ante emergencias	Se estableció un plan de contingencia para la preparación y respuesta ante emergencias; acciones de prevención o mitigación, evaluaciones y revisiones periódicas de los procedimientos y acciones de respuesta planificadas (programas de simulacros, formatos para control de emergencias, etc.) para potenciales situaciones de emergencia ambiental; así mismo, se proporcionó a las partes interesadas la información pertinente, relacionado a este apartado.	100%	50.00%	3
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Se estableció un procedimiento para la evaluación, análisis, seguimiento y medición del sistema de gestión ambiental, donde se definió los controles a efectuar, indicadores, plazos, responsables, etc., así como, el procedimiento de monitoreo, donde se indica la frecuencia, aspecto ambiental a medir, evaluación de los resultados y mantenimiento de la información documentada, del mismo modo, la demostración de los resultados de la valoración del cumplimiento de requisitos legales y otros requisitos de aplicación de la norma.	100%	50.00%	3
9.2	Auditoría interna	Se elaboró un procedimiento para realizar auditorías internas, donde se precisa el cumplimiento de los requisitos normativos, los principios de auditoría, el alcance de las mismas, la información documentada (informes) y sus resultados, además, formatos para listas de verificación, actas, etc., se estableció también, un programa anual de auditorías internas, considerando los cambios que afectan a la empresa y otros.	100%	50.00%	3
9.3	Revisión por la dirección	Se estableció un procedimiento de revisión por la dirección para que la empresa, pueda evaluar el desempeño del sistema de gestión medioambiental, considerando la evaluación de los resultados de los parámetros de control fijados, los cuales fueron debidamente documentados, mediante formatos para actas, informes y otros.	100%	50.00%	3
10.1	No conformidad y acción correctiva	Se definió un procedimiento para las acciones correctivas, preventivas y de no conformidad, del mismo modo, un método para el seguimiento y control de las mismas (plazos, responsabilidades, recursos, etc.), disponiendo de evidencias para su control.	100%	50.00%	3
10.2	Mejora continua	De las evaluaciones realizadas, se identificó oportunidades de mejora, las mismas que deben ser implementadas para lograr los resultados previstos, mediante la metodología para medir la implantación, adecuación y eficacia del SGA, la empresa debe adoptar acciones para la mejora continua.	100%	25.00%	2
<b>Calificación promedio obtenido</b>				<b>51.85%</b>	

## Evaluación del personal en temas ambientales

En la figura 18, se evidencia que el 52,6% de los encuestados con nivel de formación profesional, se encuentran capacitados con un nivel alto e intermedio en temas relacionados a los sistemas de gestión ambiental, demostrando una mejora importante en relación a la evaluación anterior, mientras que el 36,8% aún tiene un nivel de conocimiento bajo y el 10,5% no conocen temas relacionados a la gestión ambiental, de modo similar, se aprecia el nivel de conciencia y sensibilización ambiental.

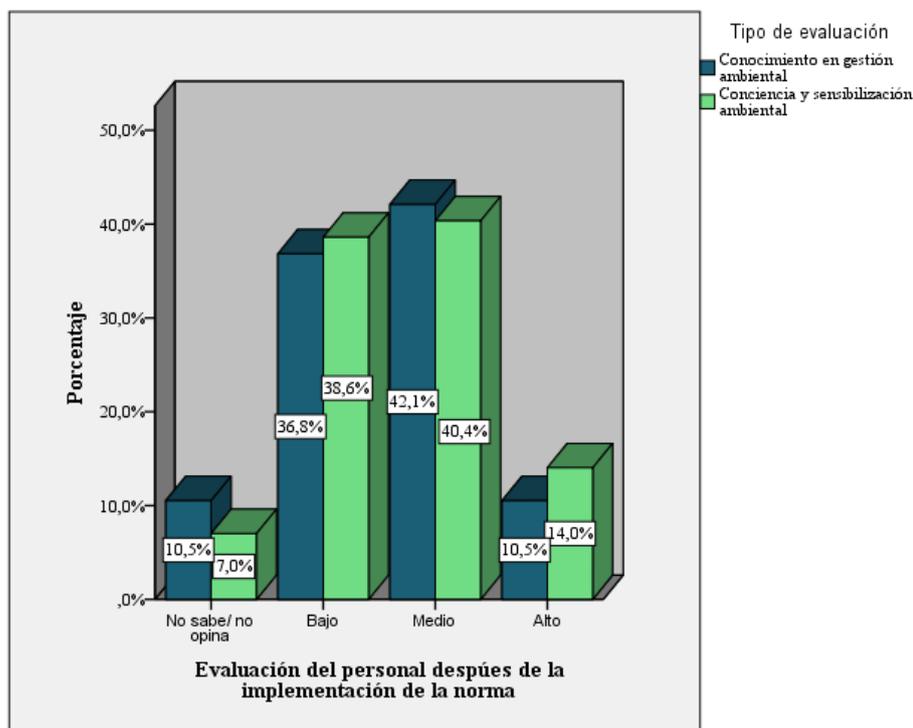


Figura 18. Evaluación del personal después de la implementación de la norma

Referente a los maestros de obra y jefes de frente, en la figura 19, los resultados evidencian que el 37,5% de los encuestados poseen un nivel de conocimiento medio y alto en educación ambiental, mientras que el resto evidencia un nivel bajo y desconocimiento en temas ambientales vinculados a la construcción (gestión de residuos, aguas residuales, prácticas de higiene, etc.).

Es preciso señalar que la educación ambiental es una medida estratégica y un factor de ventaja competitiva sostenible para mejorar los resultados empresariales y sociales, por lo tanto, se deben realizar charlas y capacitaciones permanentemente en la organización.

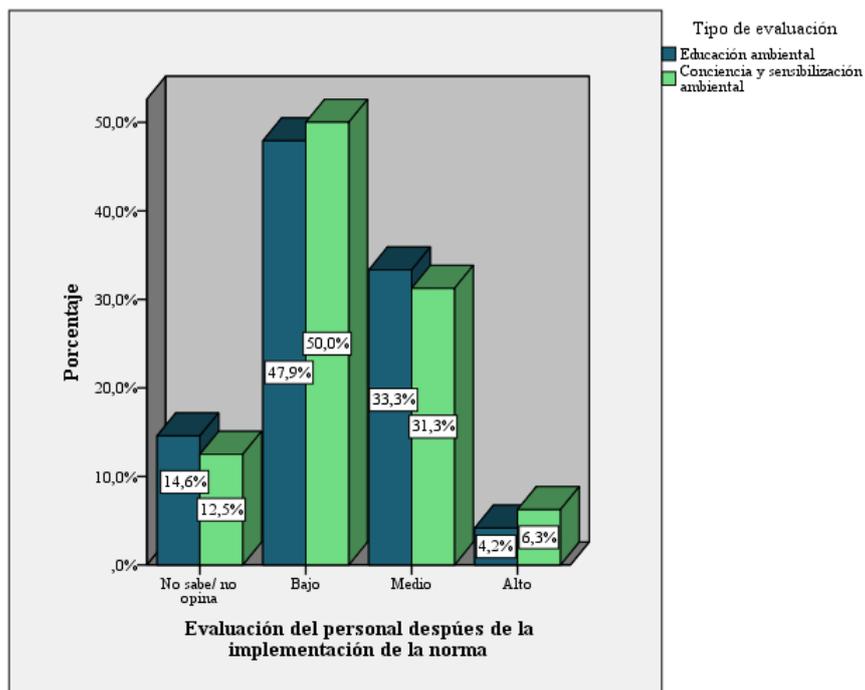


Figura 19. Evaluación del personal después de la implementación de la norma

### Requisitos legales ambientales

En la figura 20, se evidencia un 51,1% del cumplimiento total y parcial de los requisitos legales ambientales, mientras que el incumplimiento solo representa un 14,9%; es importante señalar una mejora significativa con respecto a la evaluación anterior, por consiguiente, el origen de nuevas oportunidades de mejora para la empresa.

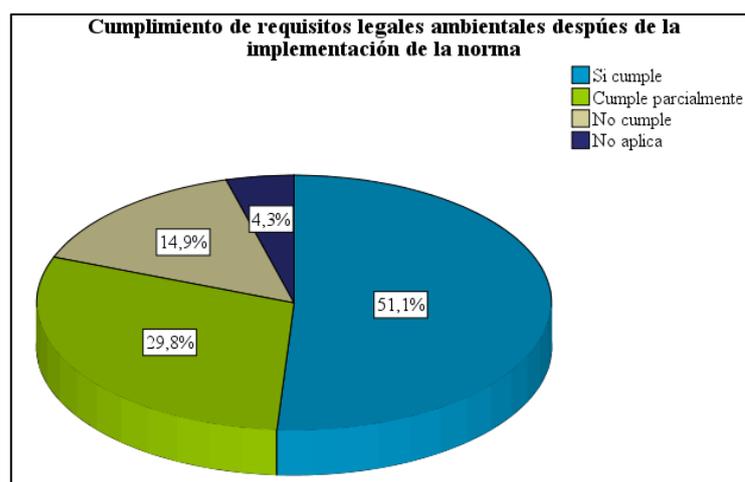


Figura 20. Cumplimiento de los requisitos legales ambientales

La matriz legal ambiental que se empleó para la medición se encuentra en el anexo 3, con el fin de aportar con la mejora continua de la empresa se debe efectuar la revisión permanente de los requisitos para el cumplimiento legal.

## Aspectos ambientales

En la figura 21, se muestra la significancia del impacto ambiental después de la implantación de la norma, donde se evidencia la reducción del impacto negativo de los factores ambientales “ruido”, “agua”, “suelo” y “aire” con respecto a la evaluación anterior; el “ruido” representa un 23,1% de nivel “severo”, así como, el suelo, agua y aire con 32,1%, 18,2% y 21,4% respectivamente.

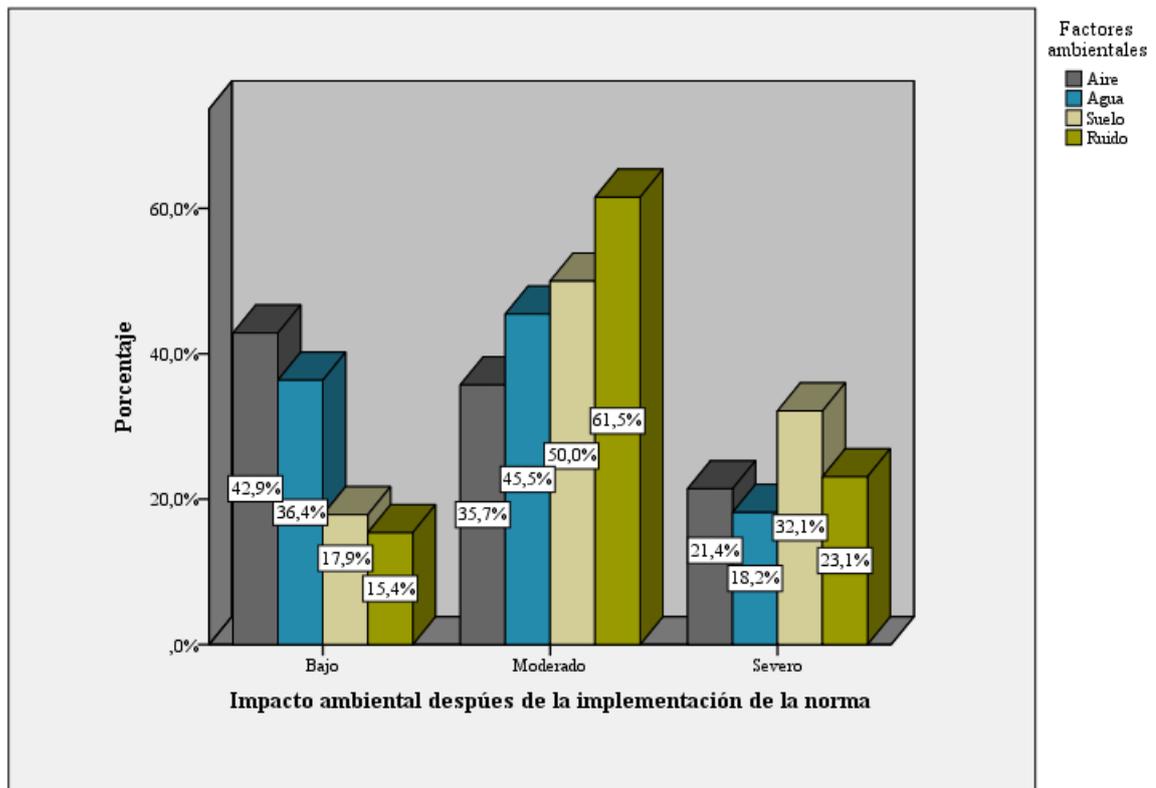


Figura 21. Impacto ambiental después de la implementación de la norma

Se observa la disminución del impacto negativo generado en cada una de las actividades y procesos de los subcomponentes del proyecto, debido a los procedimientos establecidos, programas y medidas de mitigación adoptadas, como la limpieza de material excedente y escombros, reposición de zanjas abiertas, nivelación de suelos, revegetación de zonas afectadas, limpieza de residuos sólidos, controles de calidad ambiental, regado con agua de las vías mediante cisternas, mejoramiento de zonas directas del proyecto y otros.

## Monitoreo ambiental después de la implementación de la norma

Se realizó el monitoreo ambiental en la fase de ejecución de la obra, después de la implementación de la norma ambiental, del 09 al 10 de abril del 2019, considerando los parámetros principales de los estándares de calidad ambiental.

### ▪ Monitoreo ambiental de la calidad de aire

Se efectuó la valoración ambiental de la calidad de aire, de las concentraciones de material particulado PM10, de los gases de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), para comparar los resultados obtenidos con los valores del estándar de calidad ambiental del aire de acuerdo al D.S. N° 003-2017-MINAM.

**Estaciones de monitoreo:** En la tabla 22 se muestra la localización de los lugares de monitoreo para determinar la calidad del aire en las zonas de construcción.

Tabla 22

*Ubicación de las estaciones de monitoreo de aire*

Estación	Ubicación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
CA-AR01	PTAP	451767	8206813	4013
CA-AR02	Plaza de armas	450905	8207462	3888

### Material Particulado PM 10

En la tabla 23 se muestran los resultados alcanzados de las concentraciones de material particulado menores a 10 micras (PM10), registradas en las estaciones de monitoreo CA-AR01 y CA-AR02; reportando valores de 10.33 µg/m<sup>3</sup> y 30.0 µg/m<sup>3</sup> para cada una, observándose que la concentración se encuentra por debajo del ECA-Aire de 100 µg/m<sup>3</sup>.

Tabla 23

*Resultados de concentración PM 10*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultados de concentración PM10 (ug/m3)	ECA (ug/m3) (24h)	Evaluación
	Inicio	Fin				
CA-AR01	9/04/2019	10/04/2019	15:00	10.33	100	Cumple
CA-AR02	9/04/2019	10/04/2019	16:00	30.00	100	Cumple

Fuente: SICMA S.A.C.

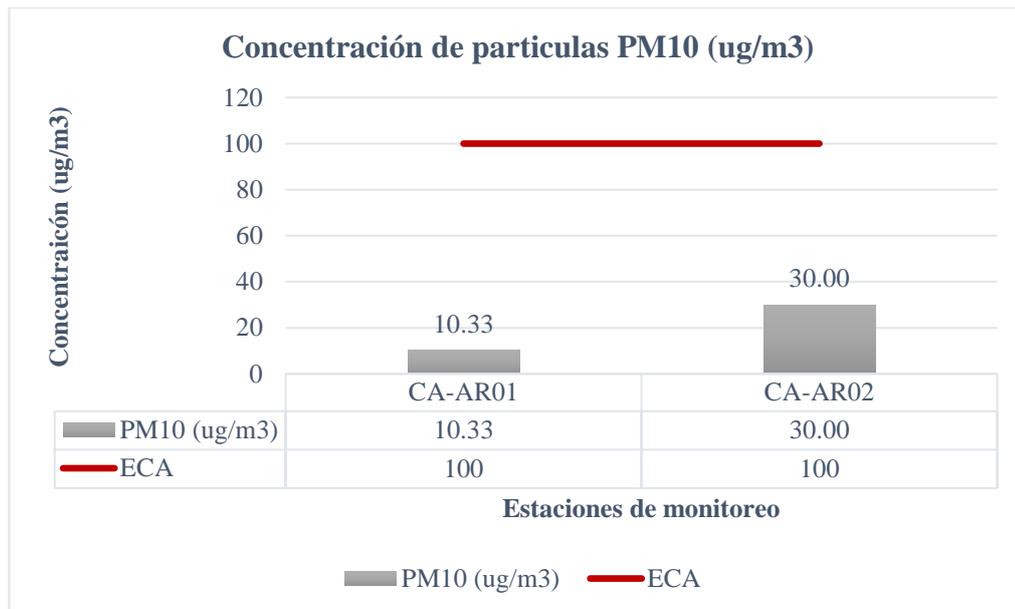


Figura 22. Concentración de material particulado PM10

Como medidas de control adoptado en zonas de intervención de la obra, para minimizar la emanación de polvo y material particulado, se realizó permanentemente el humedecimiento y regado de vías; generado muchas veces por el tránsito de maquinarias y equipos de obra.

### Monóxido de carbono (CO)

En la tabla 24 se evidencian los resultados obtenidos de la evaluación de concentración de CO, los valores obtenidos fueron de 998.45 $\mu$ g/m<sup>3</sup> y 1202.10 $\mu$ g/m<sup>3</sup> para las estaciones monitoreadas, los valores encontrados son inferiores al estándar de calidad ambiental para aire, por lo tanto, no representan riesgo para el medioambiente ni para la salud de los seres humanos.

Tabla 24

*Resultados de la concentración de monóxido de carbono*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultados de concentración CO (ug/m3)	ECA (ug/m3) (8h)	Evaluación
	Inicio	Fin				
CA-AR01	9/04/2019	9/04/2019	15:30	998.45	10000	Cumple
CA-AR02	9/04/2019	9/04/2019	16:30	1202.10	10000	Cumple

Fuente: SICMA S.A.C.

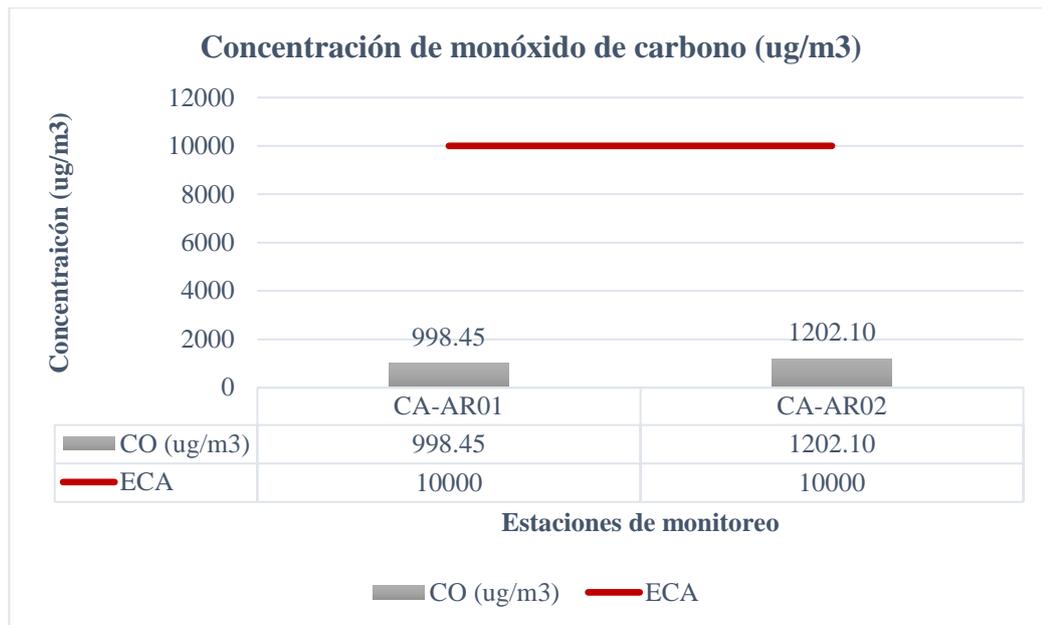


Figura 23. Gráfico de concentración de CO

Entre los mayores generadores de CO se encuentran los automóviles, motores a gasolina, cocinas y otros; el CO podría acumularse en lugares cerrados o semi cerrados, las zonas de construcción del proyecto en su mayoría se encuentran en espacios abiertos, por lo tanto, el riesgo es menor. Sin embargo, se implementó las medidas de control necesarias, mediante procedimientos y el plan de mantenimiento periódico para verificación de equipos y maquinarias.

### Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

En la tabla 25 se evidencia los resultados obtenidos de la evaluación de concentración de SO<sub>2</sub>, los valores reportados fueron de 12.0 µg/m<sup>3</sup> por cada estación de monitoreo, por lo tanto, se demuestra que la valoración registrada se encuentra inferior al estándar de calidad ambiental (250µg/m<sup>3</sup>) establecido en la normativa nacional vigente, los hallazgos obtenidos no representan riesgo negativo para el medioambiente, ni la para salud de los seres humanos.

Tabla 25

*Resultados de la concentración de dióxido de azufre*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultados de concentración SO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	ECA (ug/m <sup>3</sup> ) (24h)	Evaluación
	Inicio	Fin				
CA-AR01	9/04/2019	10/04/2019	14:00	12.00	250	Cumple
CA-AR02	9/04/2019	10/04/2019	15:00	12.00	250	Cumple

Fuente: SICMA S.A.C.

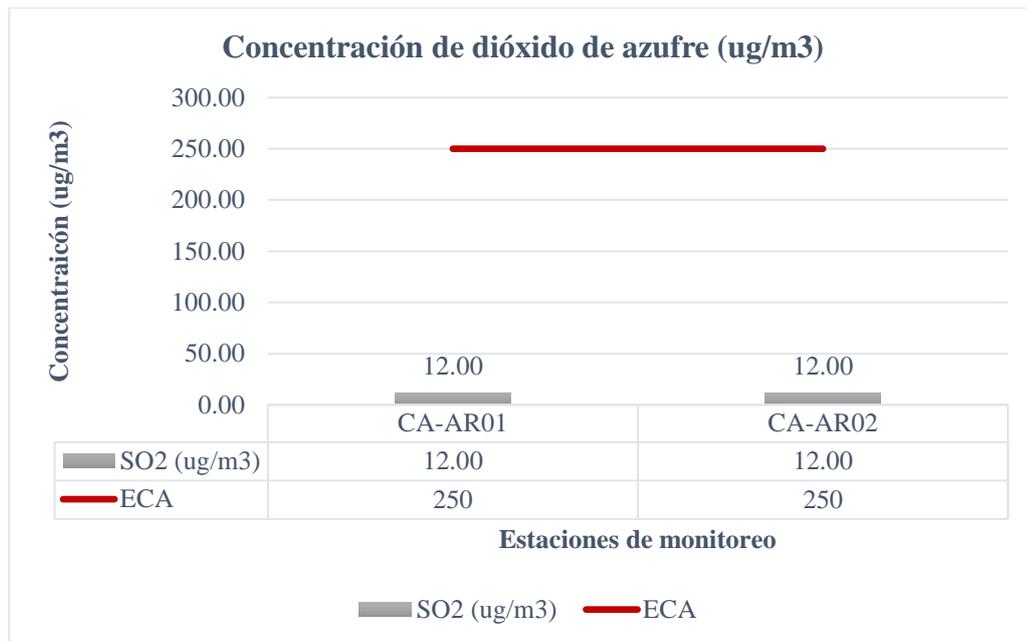


Figura 24. Gráfico de concentración de SO2

Se implementó las medidas de control y procedimientos necesarios en obra; por ejemplo, en los trabajos de reposición de asfalto, es indispensable el uso de respiradores para gases, de marcas certificadas, para la protección del personal.

### Dióxido de Nitrógeno (NO2)

En la tabla 26 se presenta los resultados obtenidos de las concentraciones de NO2, reportando los valores de 45.30 $\mu$ g/m3 y 100.20 $\mu$ g/m3 por cada estación de monitoreo, observando que la valoración registrada se encuentra inferior al estándar de calidad ambiental (200 $\mu$ g/m3) establecido en la norma nacional, como se aprecia en la figura 25, los resultados demuestran que no existe riesgo negativo para la salud de las personas y el medioambiente.

Tabla 26

*Resultados de la concentración de NO2*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultados de concentración NO2 (ug/m3)	ECA (ug/m3) (1h)	Evaluación
	Inicio	Fin				
CA-AR01	9/04/2019	9/04/2019	13:00	45.30	200	Cumple
CA-AR02	9/04/2019	9/04/2019	14:00	100.20	200	Cumple

Fuente: SICMA S.A.C.

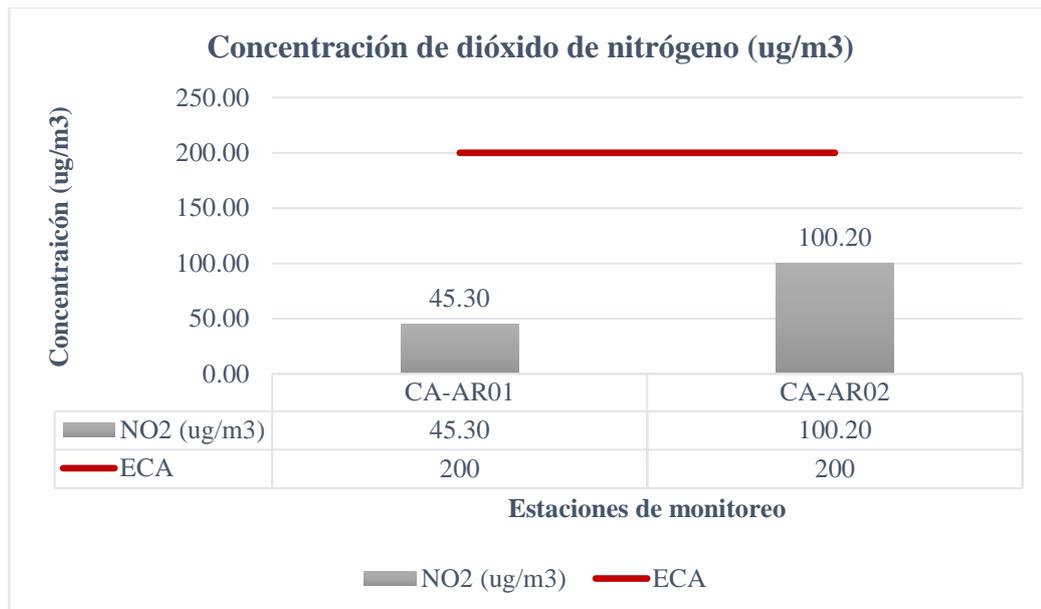


Figura 25. Gráfico de concentración de NO2

La evaluación realizada, ha permitido a la empresa SICMA S.A.C. obtener información suficiente para concluir que las emisiones de gases contaminantes se encuentran controladas ambientalmente en las operaciones de la ejecución del proyecto, sin embargo, se debe continuar verificando el mantenimiento de equipos y maquinaria usados en el proceso de construcción, humedecer constantemente las vías, disminuir la velocidad de los vehículos, para evitar la generación de gases y el levantamiento de partículas.

▪ **Monitoreo ambiental de la calidad del agua**

Se realizó el monitoreo ambiental de la calidad del agua, de acuerdo a lo instaurado en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, después de la implementación de la norma ISO 14001.

**Estación de monitoreo:** En la tabla 27 se presenta el lugar de ubicación de la estación de evaluación, el cual se encuentra en la zona de captación de agua del proyecto (Lago Titicaca).

Tabla 27

*Ubicación de la estación de monitoreo de agua*

Estación	Ubicación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
CA-A01	Captación	454106	8211201	3398

## Resultados del análisis de calidad del agua

Los resultados obtenidos de la evaluación, emitidos por el laboratorio, para los parámetros determinados, no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), tal como se muestran en la tabla 28, sin embargo, la conductividad (1081  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) supera el valor establecido en la subcategoría E, lo cual demuestra la capacidad del agua para transportar corriente eléctrica.

Tabla 28

### Resultados del monitoreo ambiental de calidad del agua

Parámetro	Unidad de medida	Resultados	ECA - Categoría 1, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		ECA - Categoría 4:	Estado
			A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Conservación del ambiente acuático E1: Lagunas y lagos	
Temperatura	°C	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$	Cumple
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	8,13	6,5-8,5	5,5-9,0	6,5-9,0	Cumple
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1081	1500	1600	1000	No cumple
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,71	$\geq 6$	$\geq 5$	$\geq 5$	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	2	3	5	5	Cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	5	10	20	**	Cumple
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	930	1000	1000	**	Cumple
Turbiedad	UNT	0,5	5	100	**	Cumple
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,8	20	**	**	Cumple
Coliformes Totales	mg/L	7,8	50	**	1000	Cumple
Cianuro Total	NMP/100ml	0,0125	0,07	**	**	Cumple
Cloruros	mg/L	51,4	250	250	**	Cumple
Dureza Total	mg/L	5,0	500	**	**	Cumple
Nitratos	mg/L	0,044	50	50	13	Cumple
Arsénico	mg/L	0,002	0,01	0,01	0,15	Cumple
Cadmio	mg/L	0,0001	0,003	0,005	0,00025	Cumple
Cromo Total	mg/L	0,0002	0,05	0,05	1	Cumple
Hierro	mg/L	0,001	0,3	1	**	Cumple
Manganeso	mg/L	0,0001	0,4	0,4	**	Cumple
Mercurio	mg/L	< 0,0001	0,001	0,002	0,0001	Cumple
Plomo	mg/L	0,002	0,01	0,05	0,0025	Cumple

Fuente: SICMA S.A.C.

Los resultados obtenidos en los puntos de monitoreo de la zona de captación de agua del proyecto, demuestran que los parámetros evaluados cumplen la valoración establecida en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del agua, categoría 1, subcategorías A1 y A2, por tanto, es apto para el consumo de los seres humanos (el pH aceptable para agua potable muda entre 6.5 y 8.5).

Para el proceso constructivo se requiere grandes volúmenes de agua, sin embargo, el agua utilizada puede arrastrar materiales y/o contaminantes por escorrentía; por lo tanto, se establecieron procedimientos y se tomó las medidas de control indispensables, para prever el vertido de cualquier tipo de sustancias contaminantes (grasas, aceites u otros) a los cuerpos de agua.

▪ **Monitoreo ambiental de la calidad del suelo**

Se efectuó el monitoreo ambiental de la calidad del suelo, obteniendo resultados de la evaluación de parámetros para comparar con el estándar de calidad ambiental del suelo, establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM.

**Estaciones de monitoreo:** Para la toma de muestras de suelo se consideró 05 puntos de monitoreo, como se evidencia en la tabla 29.

Tabla 29

*Ubicación de los puntos de monitoreo para evaluación de calidad del suelo*

Estación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
CA-S01	Taller de maquinaria	451290	8207945
CA-S02	Depósito de Residuos Solidos	450982	8208032
CA-S03	Reservorio	457788	8206849
CA-S04	Estación de bombeo	451439	8207530
CA-S05	Captación	454149	8212063

**Resultados de concentración del suelo**

En la tabla 30 se evidencian los resultados emitidos por el laboratorio, de las 05 estaciones evaluadas, los valores mostrados son inferiores a lo especificado en el estándar de calidad ambiental del suelo, para las categorías correspondientes; en los casos de hidrocarburos aromáticos volátiles, poli aromáticos y de petróleo, los valores son inferiores al límite de detección.

Tabla 30

*Resultados de laboratorio de los parámetros evaluados de calidad del suelo*

Parámetros (mg/kg MS)	CA-S01 20/04/19	CA-S02 20/04/19	CA-S03 20/04/19	CA-S04 20/04/19	CA-S05 20/04/19	Usos del Suelo	
						Suelo agrícola	Suelo residencial/ parques
<b>Orgánicos</b>							
<b>Hidrocarburos aromáticos volátiles</b>							
Benceno	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	0,03	0,03
Tolueno	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	0,37	0,37
Etilbenceno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,082	0,082
Xileno	< 0,0115	< 0,0115	< 0,0115	< 0,0115	< 0,0115	11	11
<b>Hidrocarburos poli aromáticos</b>							
Naftaleno	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	0,1	0,6
<b>Hidrocarburos de petróleo</b>							
Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10)	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	200	200
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	1200	1200
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	3000	3000
<b>Inorgánicos</b>							
Arsénico	20,3	25,9	19,8	14,6	14,7	50	50
Bario total	105,8	177,2	220,2	138,5	258,1	750	500
Cadmio	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	1,4	10
Cromo total	12,8	11,8	11,6	13,7	18,8	**	400
Mercurio	< 0,01	0,03	0,03	< 0,01	< 0,01	6,6	6,6
Plomo	37,5	28,2	69,5	62,5	28,2	70	140

Fuente: SICMA S.A.C.

Para mantener los resultados favorables del monitoreo, se implementaron los procedimientos (uso de combustibles, líquidos inflamables y otros), medidas de control y supervisión constante en las zonas de trabajo; los kits anti derrames se ubican en las zonas donde se abastece combustible, para evitar derrames de los mismos u otras sustancias, de igual manera, continuar con la capacitación al personal para actuar en caso de emergencias, prosiguiendo con el plan de mejora continua que tiene como política la empresa constructora SICMA S.A.C.

▪ **Monitoreo ambiental de la calidad del ruido**

Se efectuó el monitoreo de calidad ambiental para ruido, evaluando el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeqT) en el área de construcción de la obra, para comparar los resultados con el estándar nacional de calidad ambiental del ruido; los cuales consideran niveles máximos del ruido en el entorno externo y no deben exceder para resguardar la salud de los seres humanos.

**Estaciones de monitoreo:** Para monitorear el ruido ambiental, se consideró seis (06) estaciones de mediciones en el área de construcción, en la tabla 31 se indica las coordenadas y algunos datos de los puntos de monitoreo.

Tabla 31

*Ubicación de las estaciones para monitoreo ambiental del ruido*

Estación	Descripción	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
CA-R1	Área cerca de la PTAP y reservorio	451778	8206839
CA-R2	Camino a la estación de bombeo	451412	8207527
CA-R3	Captación	454098	8211203
CA-R4	Plaza de Armas	450876	8207442
CA-R5	Depósito de residuos sólidos	450993	8208029
CA-R6	Almacén	451283	8208211

Se realizaron las mediciones durante el horario diurno, en el tiempo que comprende entre las 07:00 horas hasta las 19:00 horas.

**Resultados del monitoreo de ruido**

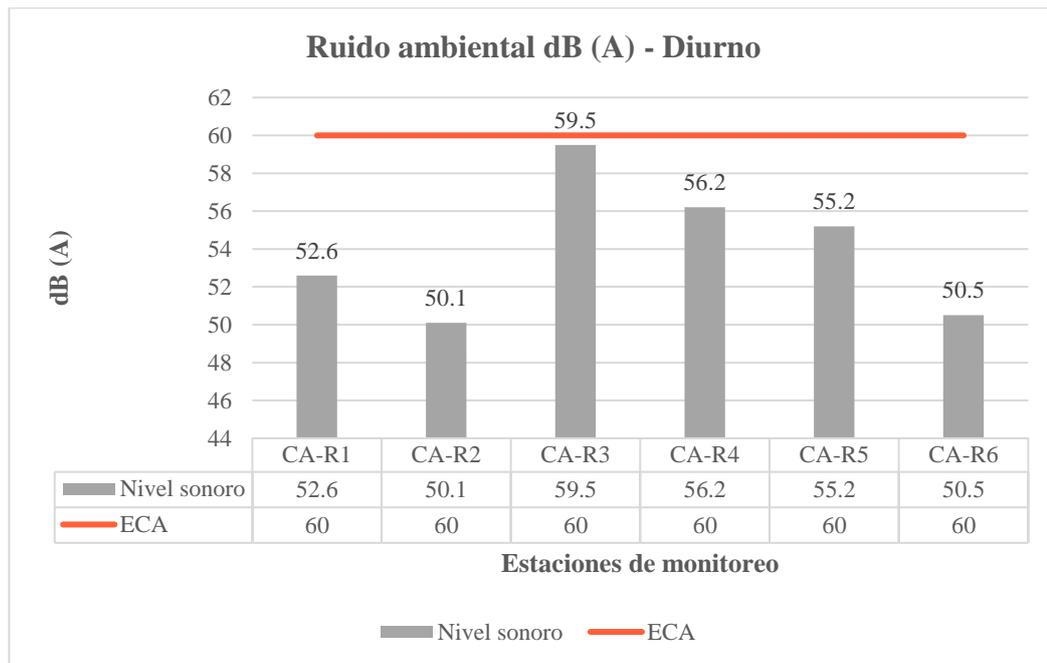
Los resultados de la evaluación del ruido ambiental se presentan en la tabla 32.

Tabla 32

*Resultados de niveles de ruido ambiental - diurno*

Puntos de monitoreo	Nivel Sonoro (dB)			ECA - Ruido diurno (dB)	Observación
	Lmin	Lmax	LAeqT		
CA-R1	41.1	76.8	<b>52.6</b>	60	Operación de maquinaria
CA-R2	41.5	73.5	<b>50.1</b>	60	Operación de maquinaria
CA-R3	51.5	78.3	<b>59.5</b>	60	Se realizan trabajos de soldadura eventuales
CA-R4	51.4	82.8	<b>56.2</b>	60	Se realizan trabajos con maquinaria
CA-R5	40.7	79.6	<b>55.2</b>	60	Operación con camiones
CA-R6	41.5	77.6	<b>50.5</b>	60	Entrada y salida de maquinaria

Fuente: SICMA S.A.C.



*Figura 26.* Resultado del monitoreo del ruido ambiental

Se implementaron procedimientos y medidas de control necesarias en obra, como la utilización de equipos de protección personal para ruido (orejeras, tapones, auriculares, etc.) de acuerdo al tipo de trabajo requerido, se prohibió el uso de sirenas u otras fuentes innecesarias de ruido en los vehículos (las sirenas deben ser usadas solo en casos de emergencia) y otros.

Los resultados de la evaluación de nivel de presión sonora de las estaciones CA-R1, CA-R2, CA-R3, CA-R4, CA-R5 y CA-R6 en horario diurno, muestran que no superan el nivel de presión sonora continuo semejante con ponderación A (LAeqT) dando valores de 52.6, 50.1, 59.5, 56.2, 55.2 y 50.5 decibeles respectivamente, lo cual no supera los 60 decibeles dispuesto en los estándares de calidad ambiental (ECA); por tanto, la evaluación realizada en el proyecto cumple con lo requerido en la norma, no produce daño a la salud ni perturbación ambiental.

De esta manera, los resultados de la comparación entre los dos periodos de evaluación, antes de la implementación de la norma (octubre del 2018) y después de la implementación (abril del 2019), reflejan una mejora considerable en todos los capítulos, tal como se demuestra en la tabla 21 y la figura 27.

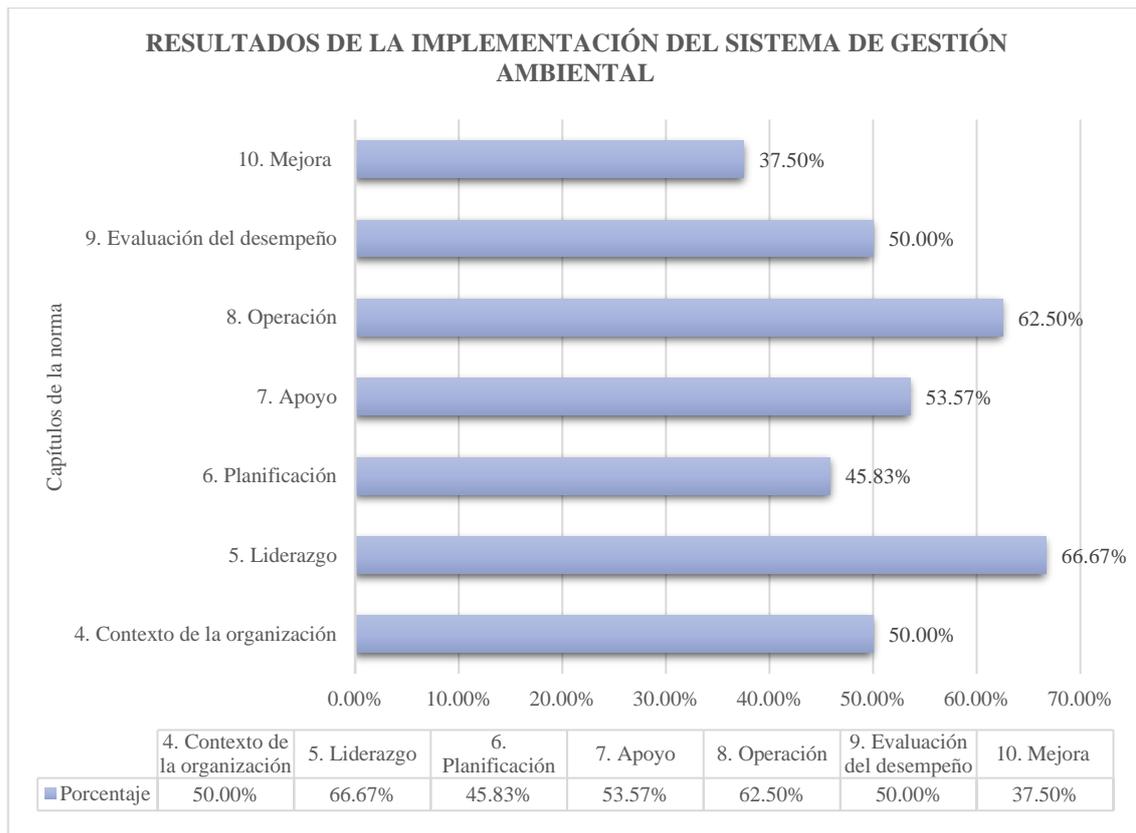


Figura 27. Resultados de la implementación del SGA en la constructora SICMA S.A.C.

#### 4.4 Contrastación de hipótesis

Tomando en consideración la afirmación de Charaja (2011), que las hipótesis específicas conllevan a la hipótesis general, el diseño estadístico de tipo inferencial se aplicó a la hipótesis general.

##### De las hipótesis específicas

El diagnóstico y desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., antes y después de la implementación de la norma ISO 14001:2015, determina una "mejora" importante en su sistema de gestión ambiental.

- **Del personal:** Se presenta a continuación el desarrollo del modelo estadístico, para determinar la significancia de la evaluación del personal en temas ambientales; para verificar la normalidad se empleó la prueba de Kolmogorov – Smirnov (muestras grandes  $>30$ ), con un nivel de confianza al 95% y alpha ( $\alpha$ ) de 5%.

En la tabla 33 se muestra un P-valor  $< \alpha$ , por lo tanto, se afirma que los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 33

*Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Evaluación del personal antes de la implementación de la norma	,131	105	,000
Evaluación del personal después de la implementación de la norma	,143	105	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 34 se muestra los resultados de la prueba no paramétrica, de Wilcoxon, donde se señala una diferencia significativa, entre la evaluación del personal en temas ambientales, antes y después de la implementación de la norma ISO 14001:2015.

Tabla 34

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Evaluación del personal después de la implementación de la norma - Evaluación del personal antes de la implementación de la norma
Z	-8,520 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos

- **De los requisitos legales:** Se presenta a continuación el desarrollo del modelo estadístico, para determinar la significancia de la evaluación de los requisitos legales; para verificar la normalidad se aplicó la prueba de Kolmogorov – Smirnov, con un nivel de confianza al 95%. En la tabla 35 se muestra un P-valor <  $\alpha$ , por consiguiente, se afirma que los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 35

*Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Cumplimiento de requisitos legales ambientales antes de la implementación de la norma	,317	47	,000
Cumplimiento de requisitos legales ambientales después de la implementación de la norma	,306	47	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 36, se muestra los resultados de la prueba no paramétrica, de Wilcoxon, donde se señala una diferencia significativa, entre la evaluación de los requisitos legales, antes y después de la implementación de la normativa ISO 14001:2015.

Tabla 36

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
Cumplimiento de requisitos legales ambientales después de la implementación de la norma - Cumplimiento de requisitos legales ambientales antes de la implementación de la norma	
Z	-4,893 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos positivos

- **De los aspectos e impactos ambientales:** Se presenta el progreso del modelo estadístico, para determinar la significancia de la evaluación de los aspectos e impactos ambientales; para verificar la normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov, con un nivel de confianza al 95%. En la tabla 37 se muestra un P-valor <  $\alpha$ , por consiguiente, se afirma que los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 37

*Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Evaluación de los aspectos e impactos ambientales antes de la implementación de la norma	,126	66	,012
Evaluación de los aspectos e impactos ambientales después de la implementación de la norma	,148	66	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 38, se muestra los resultados de la prueba no paramétrica, de Wilcoxon, donde se señala una diferencia significativa, entre la evaluación de los aspectos e impactos ambientales, antes y después de la implementación de la norma ambiental.

Tabla 38

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
Evaluación de los aspectos e impactos ambientales después de la implementación de la norma - Evaluación de los aspectos e impactos ambientales antes de la implementación de la norma	
Z	-6,326 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos

- **Del monitoreo ambiental:** Se presenta a continuación el desarrollo del modelo estadístico, para determinar la significancia del monitoreo ambiental; para verificar la normalidad se aplicó la prueba de Kolmogorov – Smirnov, con un nivel de confianza

del 95%. En la tabla 39 se muestra un P-valor  $< \alpha$ , en consecuencia, se afirma que los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 39

*Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Monitoreo ambiental antes de la implementación de la norma	,540	105	,000
Monitoreo ambiental después de la implementación de la norma	,529	105	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 40, se muestra los resultados de la prueba no paramétrica, de Wilcoxon, donde se señala una diferencia significativa, en la evaluación del monitoreo ambiental, antes y después de la implementación de la normativa ISO 14001:2015.

Tabla 40

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Monitoreo ambiental después de la implementación de la norma - Monitoreo ambiental antes de la implementación de la norma
Z	-2,236 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,025

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos positivos

## De la hipótesis general

Si existe una diferencia significativa en el sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma internacional ISO 14001:2015, en la empresa constructora SICMA S.A.C.

**H<sub>0</sub> = No hay diferencia significativa** en el sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma ISO 14001:2015, en la empresa constructora SICMA S.A.C.

**H<sub>1</sub> = Hay una diferencia significativa** en el sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma ISO 14001:2015, en la empresa constructora SICMA S.A.C.

**Nivel de confianza:** 95%

**Alpha:** 5% (0,05)

**Normalidad:** A continuación, se realiza la prueba de normalidad.

Kolmogorov – Smirnov para muestras grandes ( $>30$ )

Shapiro Wilk para muestras pequeñas ( $\leq 30$ )

### Criterio para determinar normalidad:

**P-valor**  $\geq \alpha$  (alpha), los datos provienen de una distribución normal.

**P-valor**  $< \alpha$  (alpha), los datos NO provienen de una distribución normal.

Tabla 41

#### Procesamiento de datos estadísticos

Resumen de procesamiento de datos estadísticos			
		Evaluación antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015	Evaluación después de la implementación de la norma ISO 14001:2015
N	Válido	27	27
	Perdidos	0	0
Media		14,81	51,85
Mediana		25,00	50,00
Desviación estándar		14,310	19,521
Varianza		204,772	381,054

Tabla 42

#### Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015	,726	27	,000
Después de la implementación de la norma ISO 14001:2015	,808	27	,000

En este caso, se empleó la prueba de Shapiro Wilk para muestras pequeñas ( $\leq 30$ ), tal como se muestra en la tabla 42, los datos de la valoración NO provienen de una distribución normal; en consecuencia, se debe realizar una prueba no paramétrica.

$$P\text{-Valor (antes – implementación)} = 0,000 < \alpha = 0,05$$

$$P\text{-Valor (después – implementación)} = 0,000 < \alpha = 0,05$$

### Decisión estadística

Se determinó la prueba estadística no paramétrica, de Wilcoxon, ya que es la homóloga de la prueba paramétrica t para muestras pareadas; los resultados se presentan en la tabla 43.

Tabla 43

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	SGA después de la implementación – SGA antes de la implementación
Z	-4,579 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos

**Criterio para la decisión estadística**Si la probabilidad obtenida **P-valor**  $\leq \alpha$ , se acepta **H<sub>1</sub>**, se rechaza **H<sub>0</sub>**.Si la probabilidad obtenida **P-valor**  $> \alpha$ , se acepta **H<sub>0</sub>**, se rechaza **H<sub>1</sub>**.

$$P\text{-Valor} = 0,000 < \alpha = 0,05$$

Los resultados demuestran la hipótesis del investigador, si hay una diferencia significativa en el sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma ISO 14001:2015, por esta razón, se concluye que la implementación si tiene efectos importantes, mejorando el desempeño medioambiental de la constructora SICMA S.A.C.

**4.5 Discusión**

De acuerdo con los resultados obtenidos se descubrió una asociación estadísticamente significativa, en la evaluación del sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma ISO 14001:2015 en la constructora SICMA S.A.C.; Cuba (2015) manifiesta que, debería realizarse el análisis del estado inicial de la gestión ambiental de la organización, en la investigación se realizó este diagnóstico, obteniendo un promedio de calificación de 14,8%, demostrando el “bajo” nivel de cumplimiento del sistema de gestión ambiental en la empresa constructora.

Respecto a este diagnóstico, se aprecia un nivel de conocimiento “bajo” (50,5%) y un desconocimiento (30,9%) del personal en temas ambientales, esto debido a que muchas veces, las empresas destinan pocos recursos a inversiones ambientales, los mandos superiores desconocen el alcance del SGA, los responsables no se encuentran capacitados y los empleados no asumen el compromiso ambiental necesario (Gracia, 2006), por lo tanto, es necesario fortalecer el nivel de conocimiento y la conciencia de los integrantes del proyecto (Zolfagharian et al., 2012), de esta manera se implementaron programas de capacitación, toma de conciencia y otros, lo cual contribuyó a la mejora de las

capacidades del personal, obteniendo posteriormente una evaluación del nivel de conocimiento ambiental “medio” del 37,7%.

Así mismo, referente a los temas legales, en obras la legislación ambiental se infringe y el organismo ambiental competente no controla ni vigila su cumplimiento (Gracia, 2006), tal como se evidenció en la evaluación realizada antes de la implementación de la norma, la constructora solo cumplía un 6,4% de los requisitos legales ambientales. Según Piñeiro & García (2007) las principales ventajas de integrar la gestión empresarial con el medio ambiente, entre otras, son la garantía del cumplimiento legal, implementar buenas prácticas ambientales para diferenciarse de otras empresas y aumentar la ventaja competitiva; de esta manera, el resultado obtenido ulteriormente fue de 51,1%, lo cual representa una mejora significativa en el cumplimiento de requisitos legales ambientales.

Para el comportamiento de los aspectos e impactos ambientales, se empleó la metodología recomendada por Soca (2004) en su tesis doctoral titulado “Articulación entre proyectos de ingeniería y evaluación de impacto ambiental en el contexto técnico de la normativa en España”, los resultados obtenidos muestran un promedio de 39,9%, de los impactos ambientales significativos (severo), por esta razón se tomó las medidas correctivas necesarias de protección ambiental, la evaluación obtenida posteriormente resulta un promedio de 23,7%, por lo tanto, se demuestra una reducción importante del impacto ambiental. Así mismo, los resultados de los monitoreos ambientales obtenidos del laboratorio, muestran un 94% y un 99% de cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA), antes y después de la instauración de la norma, así como la reducción de los impactos ambientales en los factores evaluados (aire, agua, suelo y ruido).

El punto esencial de la responsabilidad social de los empresarios debe ser el de gestión ambiental (Pérez & Bejarano, 2008), los temas medio ambientales, implican para las empresas constructoras una gran responsabilidad (Roncancio et al., 2015), el buen manejo de esta normativa y su implementación sincera será un gran aporte; sin embargo, muchas veces no se cumple en su totalidad los requisitos de la norma (Gracia, 2006), las compañías que implantaron la ISO 14001:2015 consideran que mejora en un 45,5 % la gestión medioambiental (Seijo et al., 2013), los resultados obtenidos en esta investigación, muestran un promedio de 51,9% de cumplimiento, lo que demuestra una mejora representativa, empero, es importante que trascienda las buenas prácticas constructivas con el fin de cuidar el medio donde vivimos.

## CONCLUSIONES

### Del objetivo principal:

Se determinó la diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) del sistema de gestión ambiental, antes y después de la implementación de la norma internacional ISO 14001:2015, en la empresa constructora SICMA S.A.C., demostrándose mediante la prueba estadística; la evaluación del personal, requisitos legales, aspectos e impactos ambientales y monitoreo ambiental; que existe una mejora considerable del sistema de gestión ambiental en la constructora.

El éxito de la implementación de un sistema de gestión ambiental en una organización, obedece principalmente al nivel de compromiso de la alta dirección y al personal con capacidad de decisión encargados de los proyectos, por lo tanto, es importante que el personal esté capacitado y sensibilizado en temas ambientales, para el cumplimiento preventivo y correctivo del sistema de gestión ambiental.

### De los objetivos específicos:

- Respecto al **primer objetivo específico**, se realizó el diagnóstico ambiental de la empresa constructora SICMA SAC, antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015, llegando a la conclusión que el diagnóstico y evaluación ha reflejado un nivel bajo (14,8%) de cumplimiento de los requisitos del SGA.

En relación al **personal encuestado**, se concluye que el 53,8% tenía un nivel de conocimiento, conciencia y sensibilización ambiental “bajo” y un 27,6% mostró desconocimiento o desinterés, esto debido a los pocos recursos, al desconocimiento de los mandos superiores, la falta de capacitación del personal y principalmente a la falta de compromiso ambiental por parte de la organización.

De la **documentación evaluada**, solo se cumplía un 6,4% de los requisitos legales ambientales y un 36,2% cumplía parcialmente, esto debido al desconocimiento del personal de los procedimientos, de posibles sanciones administrativas, multas u otros.

Referente a los **aspectos e impactos ambientales** evaluados, se concluye que el 39,9% de los impactos evaluados fueron significativos (severo), lo que evidenció la necesidad de tomar medidas correctivas. Del mismo modo, se contrastó con los resultados del monitoreo ambiental, realizados en laboratorio, donde se muestra que un 94% de los puntos monitoreados; calidad de agua, aire, suelo y ruido; cumple con los estándares de calidad ambiental de acuerdo a las normas vigentes.

- En cuanto al **segundo objetivo específico**, de modo similar, se realizó el análisis del desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA SAC, después de la implementación de la norma ISO 14001:2015, donde el estudio revela, un 51,9% de cumplimiento de los requisitos del SGA, por tanto, se concluye que hubo una mejora significativa (37%) en relación a la evaluación anterior.

Referente al **personal encuestado**, después de la implementación de procedimientos, identificación de competencias por cada puesto, realización de programas de capacitación y toma de conciencia, difusión de la política y objetivos ambientales, se concluye que el 36,8% obtuvo un nivel de conocimiento, conciencia y sensibilización ambiental “medio”, mientras que solo un 11,2% de desconocimiento o desinterés, lo que demuestra que hubo una mejora representativa en esta evaluación.

En relación al **cumplimiento legal**, después de la implementación de procedimientos para la identificación y evaluación de los requisitos legales, mediante la matriz correspondiente y las capacitaciones al personal, se concluye que un 51,1% de los requisitos legales ambientales si fueron cumplidos y un 29,8% se cumplieron parcialmente; lo que demuestra que hubo una mejora importante en el cumplimiento de los requisitos legales ambientales.

Respecto a los **aspectos e impactos ambientales** evaluados, después de la implementación de procedimientos y la aplicación de medidas correctivas, se concluye que un 23,7% de los impactos ambientales evaluados fueron significativos (severo), lo que evidenció una disminución del impacto ambiental negativo al medioambiente; del mismo modo, se contrastó con los resultados del monitoreo ambiental, donde se reveló que un 99% de los puntos monitoreados; de la calidad de agua, aire, suelo y ruido; cumplieron con los estándares de calidad ambiental (ECA), demostrando una mejora importante después de la implementación de los procesos de control operacional.

## RECOMENDACIONES

- La norma ISO 14001:2015 debe ser implementado en las empresas del sector construcción de la región Puno, como una estrategia de mejora en su sistema de gestión ambiental, mejorar el cuidado y protección al medioambiente, estableciendo los lineamientos estratégicos y procedimientos adecuados.
- Se recomienda ampliar el estudio, para evaluar el grado de implantación de los sistemas gestión ambiental en las empresas constructoras a nivel nacional, con el propósito de realizar un diagnóstico integral y entender los procesos con una visión multidisciplinaria y extensa.
- Se recomienda como futura línea de investigación el análisis y comparación de los sistemas de gestión ambiental, del sector construcción con otros sectores.
- Realizar una evaluación integral del Sistema de Gestión (SGI), conformado por las áreas de gestión ambiental, seguridad y calidad en las empresas constructoras de la región Puno, para establecer una responsabilidad social empresarial, de políticas de conservación del ambiente, preocupación por los trabajadores, clientes e interesados en general, de manera conjunta; para brindar instrumentos de gestión y establecer una competitividad empresarial.
- Se recomienda futuras investigaciones para obtener mayor información estadística acerca de los beneficios de la aplicación de la norma ambiental en obras públicas que se ejecutan tanto por administración directa como por contrata y realizar su comparación.
- Se sugiere la revisión de impactos ambientales significativos, en diferentes tipos de proyectos (edificaciones, viales, etc.), en colaboración con entidades certificadoras, de manera que se estandarice metodologías similares de evaluación.
- En la elaboración de los expedientes técnicos de obras públicas, se recomienda tomar en consideración la necesidad de asignación de un presupuesto específico adecuado a los requerimientos ambientales y envergadura de cada proyecto, para que el ejecutor disponga recursos, cumpla adecuadamente sus funciones ambientales y formalice de manera óptima sus requisitos legales ambientales.
- Promover programas de formación teóricos y prácticos en temas ambientales, adoptar medidas apropiadas para fomentar la conciencia y sensibilización ambiental, el cual debe ser aplicado todos los niveles jerárquicos de las empresas constructoras,



incluido los interesados externos, para fomentar de esta manera el empleo de estas buenas prácticas ambientales en la ejecución de obras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, L. (2017). Nivel de importancia de las causas de generación de residuos en la construcción en Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 30, 130–137. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3417>
- Acevedo, H., Vásquez, A., & Ramírez, D. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 15(2012), 105–118.
- Ávila, M. J., Aguayo, F., Marcos, M., Lama, J. R., & Peralta, M. E. (2017). Arquitectura holónica de referencia para empresas de fabricación sostenibles distribuidas. *DYNA*, 84(200), 159–168. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n200.53095>
- Basañez, A. (2017). *La gestión ambiental en las empresas Vascas: Estudio de la aplicación del análisis del ciclo de vida en las empresas de la CAPV*.
- Bibiloni, H. (2008). *Ambiente y política*.
- Carcamo, G. (2008). *Gestión interna de los residuos sólidos producidos en las obras de construcción de tipo urbanístico utilizando como herramienta tecnológica de ayuda los sistemas de información geográfica*. 282.
- Ccoa, F. (2017). *Implementación de un sistema de gestión ambiental para mejorar la calidad de vida en la municipalidad distrital de San Antón Azángaro, región Puno*.
- Charaja, F. (2011). *El MAPIC en la Metodología de la Investigación*.
- Chavez, G. (2014). *Estudio de la gestión ambiental para la prevención de impactos y monitoreo de las obras de construcción de Lima Metropolitana*.
- Congreso de la República del Perú. (1993). *Constitución política del Perú*. Constitución Política Del Perú 1993. <http://www.congreso.gob.pe/Docs/files/documentos/constitucionparte1993-12-09-2017.pdf%0Ahttp://www.congreso.gob.pe/Docs/files/documentos/constitucion1993-01.pdf>
- Construcci, D. E. L. A., Comparativo, E., Gesti, D. E. L. A., En, A., Construcci, O. D. E., Rep, E. N., Dominicana, B., Edberg, R., Rivera, J., Ramos, G., Jos, S., & Coderque,

- T. (2016). *Tesis de máster*.
- Cuba, A. (2015). *Sistema integrado para empresas de construcción en Cusco*. 18, 41–56.
- El peruano. (2008, May 14). *Normas legales*.
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). An evaluation of environmental impacts of construction projects. *Revista Ingenieria de Construccion*, 29(3), 234–254. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732014000300002>
- Ferguson, M. C., García, M., & Bornay, M. M. (2002). Modelos de implantación de los sistemas integrados de gestión de la calidad, el medio ambiente y la seguridad. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 8, 97–118.
- García, M. del L. (2015). *Estudio de los resultados en obra y a largo plazo de la utilización de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) en firmes de carreteras y urbanizaciones*.
- Glinka, M. E., Vedoya, D. E., & Pilar de Zalazar, C. A. (2005). Reducción del Impacto Ambiental a partir de Estrategias de Reciclaje y Reutilización de Residuos Sólidos Provenientes de la Demolición de Edificios. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. <https://doi.org/10.1117/12.812974>
- Gracia, J. (2006). *Estudio del funcionamiento de los sistemas de gestión de la calidad y el medio ambiente en el sector de la construcción de la comunidad de Madrid*.
- Gutiérrez, R. (2018). *Factores críticos que influyen en la gestión de ejecución de obras y su impacto en el desarrollo de la región de Puno*.
- ISO 14001. (2015). *Norma Internacional ISO 14001* (Vol. 2015).
- Lannelongue, G. (2011). *Esfuerzo y eficacia en los sistemas de gestión medioambiental de Empresas Certificadas ISO 14001*.
- Liberato, G. (2017). *Propuesta para la implantación de un sistema de gestión ambiental basado en la norma UNE en ISO 14001:2015 en una empresa del sector de la construcción de la República Dominicana*.
- Martínez, W. (2014). Evaluación del impacto ambiental en obras viales. *Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales*, 29, 5–21.

- Mercante, I. T. (2007). Caracterización de residuos de la construcción . Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental. *Revista Científica*, XI(2), 86–109.
- MINAM. (2016). *Guía del sistema nacional de gestión ambiental*.
- Miranda, L., Neira, E., Torres, R., & Valvivia, R. (2014). *Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático*. 1–221.
- Moncada, N. del C., & Rodríguez, R. (2012). Sistema de indicadores para la evaluación de la aplicación del sistema de gestión ambiental en empresas constructoras. *Ciencias Holguín*, XVIII(1), 1–11.
- Moscairo, M. (2016). *Análisis de la productividad en proyectos de saneamiento básico ejecutados por la empresa SICMA SAC en la región de Puno*.
- Onkangi, R., Nyakondo, S., Mwangi, P., Ondari, L., Wangui, N., & Wachira, B. (2018). *Environmental Management Systems in Construction Projects in Kenya : Barriers , Drivers , Adoption Levels*. 1(I), 1–14.
- Peralta, J. (2010). Valoración de la gestión ambiental en la construcción de vías rurales del Ecuador. Resultados preliminares. *Revista CENIC*, 41, 1–4.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90624811007%0ACómo>
- Pérez, R., & Bejarano, A. (2008). *Sistema de gestión ambiental: Serie ISO 14000*.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20611457007>
- Piñeiro, M. (2002). Gestión ambiental en Jealsa - Rianxeira, S.A. *Revista Galega de Economía*, 11.
- Piñeiro, P., & García-Pintos, A. (2009). Prácticas ambientales en el sector de la construcción. El caso de las empresas constructoras españolas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 15(2009), 183–200.
- Piñeiro, Pilar, & García, J. (2007a). *Particularidades de los sistemas de gestión medioambiental en las empresas constructoras, principales dificultades en su implantación*.
- Piñeiro, Pilar, & García, J. M. (2007b). *Implantación de sistemas de gestión medioambiental en las empresas constructoras españolas: un análisis exploratorio*.

*Empresa Global y Mercados Locales, 1, 2.*

- Piñeiro, Pilar, Quintás, M. de los Á., & Caballero, G. (2009). Incidencia de la proactividad medioambiental en el rendimiento de las empresas constructoras españolas. *Revista Europea de Dirección y Economía de La Empresa, 18(2)*, 79–106.
- Puga, J. L. (2004). *Desarrollo e implantación de un sistema de gestión ambiental en un centro de estudios superiores de carácter experimental.*
- Ramirez, J. A. (2013). Aplicación de los sistemas integrales de gestión para la mitigación de la contaminación ambiental en la construcción de vivienda en León, Gto. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño, 13*, 111–124.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947372008>
- Ramirez, J. C. (2014). *Instrumentos para el mejoramiento en la gestión de la política de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá D.C. a partir de las percepciones de los constructores de obras públicas.*
- Rea, A. E. (2017). *Gestión de residuos en la construcción : Plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el Ecuador.*
- Reinosa, D., Guzman, B., & Sanchez, F. (2014). Gestión ambiental en las empresas agroindustriales. Un diagnóstico sobre el cumplimiento de la legislación ambiental. *Revista de Ciencias Sociales, XX*, 140–151.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28030334011>
- Roncancio, M., Castro, J., & Rivera, A. (2015). Análisis comparativo de las normas ISO 9001:2008 , ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007, para su aplicación integral en procesos de construcción para empresas de Ingeniería Civil. *Respuestas, 20(1)*, 95–111.
- Safonts, R., & Aladro, L. (2014). *Planificación de un sistema de gestión ambiental en la construcción y conservación de obras viales.* 56–57.
- Sánchez, E., Poveda, R., Awe, Y., Urrutia, C., Cherres, M., & Semaan, A. (2007). *Análisis ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible.*
- Santana, D., Pérez, G., García, M., Gómez, J., & Morales, M. (2010). Diagnóstico de la gestión de residuos en una obra de construcción en el municipio de Varadero. *Revista*

- Avanzada Científica*, 13(2), 1–15.
- Seijo, M. A., Filgueira, A., & Muñoz, E. (2013). *Consecuencias positivas de la implantación de la certificación ISO 14001 en las empresas gallegas (España)*. 12–21.
- Soca, N. A. (2004). *Articulación entre proyectos de ingeniería y evaluación de impacto ambiental en el contexto técnico de la normativa actual. El caso de las declaraciones de impacto ambiental emitidas en España para proyectos tipo de gran impacto*.
- Tamayo, U., Vicente, M., & Izaguirre, J. (2012). La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 18(3), 216–227.  
<https://doi.org/10.1016/j.iedee.2012.05.001>
- Tischer, V., Farias, C., & Carvalho, R. (2015). Indicadores socioambientales aplicados en la gestión de ambientes costeros. Caso de estudio Santa Catarina, Brasil. *Investigaciones Geográficas: Boletín Del Instituto de Geografía*, 2015(86), 53–66.  
<https://doi.org/10.14350/rig.38541>
- Zamora, A. (2017). *Sistema de gestión ambiental para una empresa constructora con base en la ISO 14001:2015*. <https://doi.org/dfgdfg>
- Zolfagharian, S., Nourbakhsh, M., Irizarry, J., Ressang, A., & Gheisari, M. (2012). Environmental impacts assessment on construction sites. *Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World, Proceedings of the 2012 Construction Research Congress, March 2016*, 1750–1759.  
<https://doi.org/10.1061/9780784412329.176>

ANEXOS

Anexo 1. Lista maestra de documentos para evaluación del SGA (sistema de gestión ambiental)

		LISTA MAESTRA DE INFORMACIÓN DOCUMENTADA							
		SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL							
ETAPA	REQUISITO	DOCUMENTO PRINCIPAL	CODIGO	VERSIÓN	FECHA	DOCUMENTO RELACIONADO	CODIGO	VERSIÓN	FECHA
4. Contexto de la organización	4.1 Comprender la organización y su contexto	Mapa de Procesos	SIG-MAP-001	1	5/11/2018				
	4.2 Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Matriz FODA	SGA-MAT-001	1	5/11/2018				
		Matriz de partes interesadas	SGA-MAT-PI-002	1	6/11/2018	Manual de gestión ambiental	SIG-MAN-001	1	8/11/2018
		Matriz FODA	SGA-MAT-001	1	6/11/2018				
4.3 Determinar el alcance del SGA	Alcance del SGA	SGA-PRI-MAN-001	1	5/11/2018					
5. Liderazgo	4.4 Sistema de gestión ambiental	Mapa de Procesos	SIG-MAP-001	1	5/11/2018				
	5.1 Liderazgo y compromiso	Manual de gestión ambiental	SGA-MAN-001	1	7/11/2018				
	5.2 Política Ambiental	Política de Seguridad Salud en el Trabajo y Gestión Ambiental	SIG-POL-001	1	7/11/2018	Manual de gestión ambiental	SIG-MAN-001	1	8/11/2018
	5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	Organigrama	SIG-ORG-001	1	8/11/2018				
	6.1.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades	Matriz de riesgos y oportunidades	SGA-MAT-RI-004	1	8/11/2018				
6. Planificación	6.1.2 Aspectos ambientales	Procedimiento de identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales	SGA-PRO-AA-007	1	9/11/2018	Lista de aspectos ambientales significativos	SGA-LAAS-007	1	9/11/2018
		Matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales	SGA-MAT-AA-005	1	9/11/2018				
	6.1.3 Requisitos legales y otros requisitos	Procedimiento para identificación y evaluación de requisitos legales y otros requisitos	SGA-PRO-RLYO-006	1	10/11/2018				
		Matriz de requisitos legales ambientales	SGA-MAT-RL-006	1	10/11/2018				
	6.1.4 Planificación de acciones	Programa de gestión ambiental	SGA-PGA-003	1	10/11/2018	Diagramas de entrada y salida	SGA-DIA-003	1	10/11/2018
	6.2.1 Objetivos Ambientales	Procedimiento para establecer objetivos ambientales y su planificación	SGA-PRO-OP-001	1	11/11/2018				
Objetivos del SGA		SGA-OBJ-001	1	11/11/2018					
6.2.2 Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales	Programa de gestión ambiental	SGA-PGA-003	1	12/11/2018					
7. Apoyo	7.1 Recursos	Procedimiento para recursos, competencia y toma de conciencia.	SGA-PRO-RCT-007	1	13/11/2018				
	7.2 Competencia	Procedimiento para establecer las competencias, capacitación y toma de conciencia	SGA-PRO-007	1	28/11/2018	Perfil de Puesto	SGA-PP-007-F01	1	28/11/2018
					Hoja de ruta de personal	SGA-HRP-007-F02	1	28/11/2018	
					Lista de Asistencia	SGA-LA-007-F03	1	28/11/2018	

7. Apoyo	7.3 Toma de Conciencia	Programa de Capacitación	SGA-PRO-CAP-008	1	29/11/2018								
	7.4 Comunicación	Programa de Toma de Conciencia	SGA-PRO-TC-009	1	29/11/2018								
		Matriz de Comunicación	SGA-MAT-007	1	29/11/2018								
		Gestión de la información documentada (de elaboración, control de documentos y registros)	SIG-PRO-ID-010	1	2/12/2018				SIG-LMD-007-F1	1	2/12/2018		
8. Operación	7.5 Información Documentada	Gestión de la información documentada (de elaboración, control de documentos y registros)	Procedimiento de Inspecciones Ambientales	SGA-PRO-IA-011	1	2/12/2018							
			Procedimiento de manejo de residuos sólidos	SGA-PRO-MRS-008	1	2/12/2018							
			Procedimiento de almacenamiento de sustancias químicas	SGA-PRO-ASQ-009	1	2/12/2018							
			Procedimiento de manejo de residuos peligrosos	SGA-PRO-MRP-010	1	3/12/2018							
			Procedimiento de monitoreo ambiental	SGA-PRO-MA-012	1	3/12/2018							
			Procedimiento de control de emisiones atmosféricas	SGA-PRO-CEA-013	1	3/12/2018							
	8.1 Planificación y Control Operacional	Procedimiento de control de ruido	Procedimiento de control de ruido	SGA-PRO-CR-014	1	3/12/2018							
				Procedimiento de control de proveedores externos	SGA-PRO-CP-011	1	4/12/2018						
				Procedimiento de planificación de los cambios	SGA-PRO-CC-016	1	4/12/2018						
				Plan de preparación y respuesta para emergencias	SIG-PLA-001	1	5/12/2018						
8.2 Preparación y Respuesta ante Emergencias	Planificación y Evaluación de Simulacros	Planificación y evaluación de simulacros	SIG-PRO-PES-015	1	5/12/2018								
			Matriz de seguimiento de objetivos	SGA-MAT-008	1	5/12/2018							
9. Evaluación del desempeño	9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Matriz de indicadores por proceso	SGA-MAT-009	1	5/12/2018								
			Procedimiento de auditoría interna	SIG-PRO-AI-016	1	6/12/2018							
				Procedimiento de revisión por la dirección	SIG-PRO-RD-017	1	6/12/2018						
10. Mejora	10.2 No Conformidad y Acciones Correctivas	Procedimiento de gestión de no conformidades, acciones correctivas y preventivas	SIG-PRO-ACP-018	1	6/12/2018								
			Programa Annual de Auditoría Interna	SIG-PAAI-016-F1	1	6/12/2018							
		Plan de Auditoría	SIG-PLAA-016-F2	1	6/12/2018								
		Lista de Verificación de Auditoría Interna	SIG-LVAI-016-F3	1	6/12/2018								
		Acta de Reunión de Auditoría	SIG-ARA-016-F4	1	6/12/2018								
		Informe de Auditoría Interna	SIG-IAI-016-F5	1	6/12/2018								
		Informe de revisión por la dirección	SIG-IRD-017-F01	1	7/12/2018								
		Acta de Reunión	SIG-AR-017-F02	1	7/12/2018								
		Solicitud de acción correctiva	SIG-SAC-018-F02	1	7/12/2018								
		Seguimiento de acciones correctivas y preventivas	SIG-ACP-018-F03	1	7/12/2018								

Anexo 2. Organigramas para identificar la jerarquía del personal en la organización

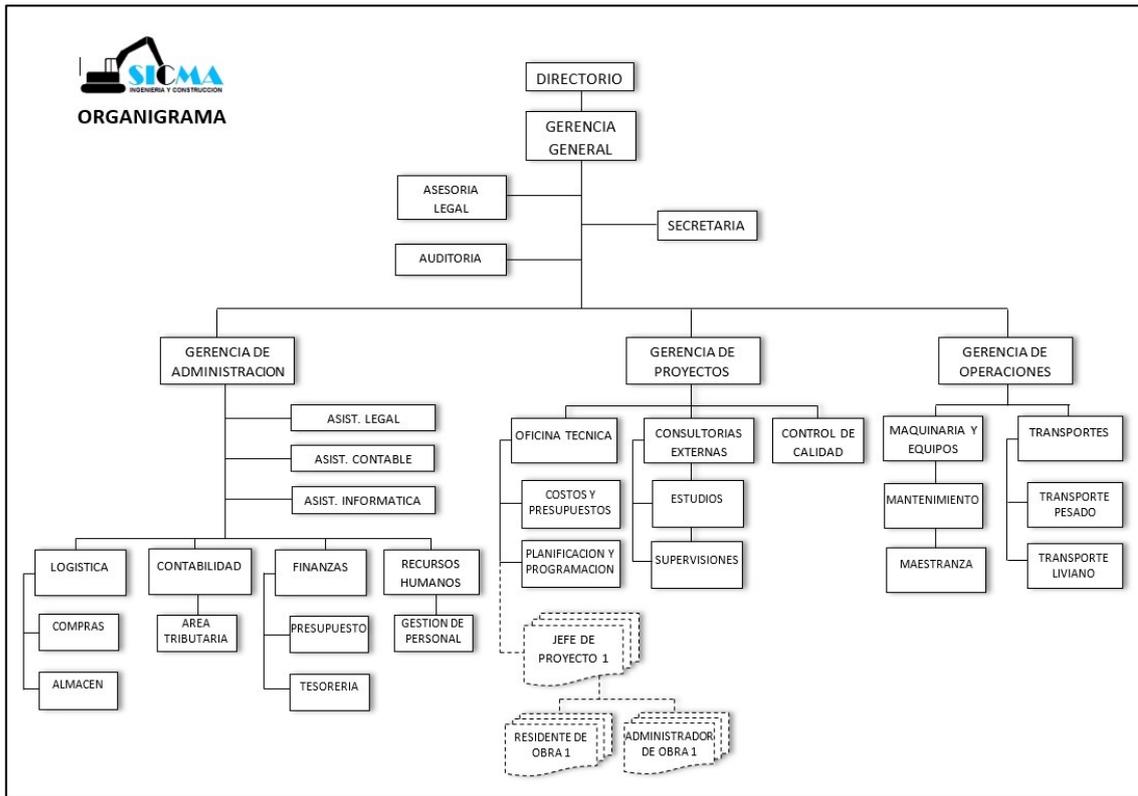


Figura 28. Organigrama - SICMA SAC 2018

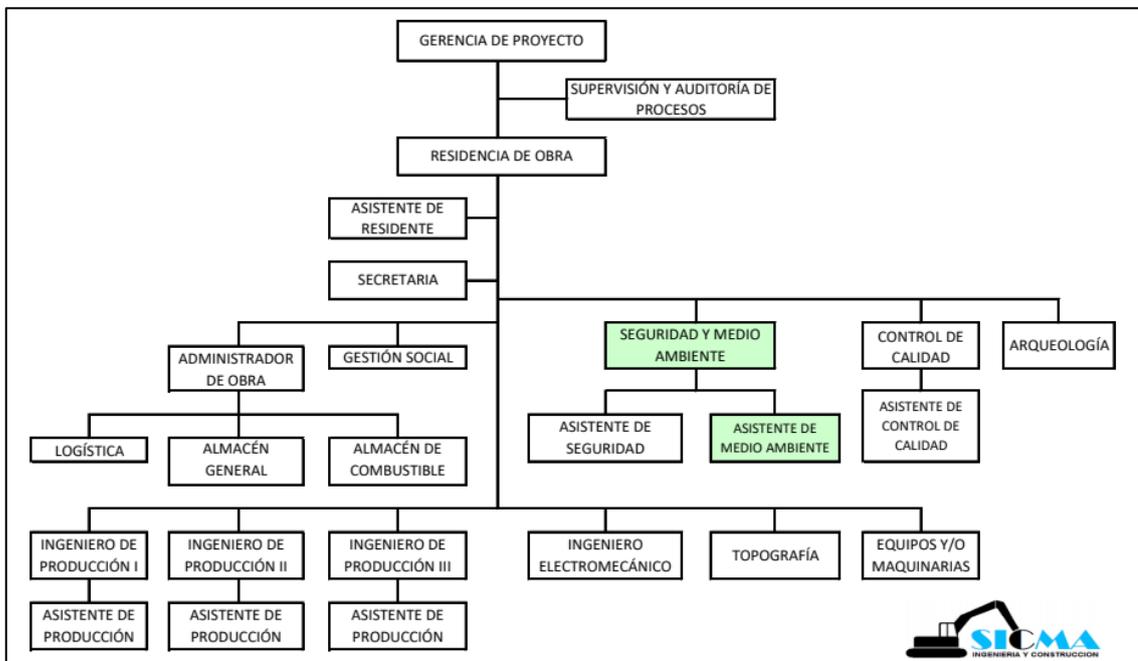


Figura 29. Organigrama del proyecto – Juli 2018

Anexo 3. Matriz legal ambiental para identificar requisitos y evaluar cumplimiento

		MATRIZ LEGAL AMBIENTAL							Código: SIG-MA-008-F1 Versión: 01 Fecha: 15/10/2018 Página: 1/1
		ITEMAS	MODO DE CUMPLIMIENTO	¿SE CUMPLE REQUISITO? (SI/NO/PARCIAL)	EVIDENCIA	FECHA DE EVALUACIÓN	OBSERVACIONES		
Proyecto: "Ampliación y Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en la Localidad de Juli, Distrito de Juli - Provincia de Chucaño - Región Puno"									
Item	BASE LEGAL	REQUISITO LEGAL Y OTROS REQUISITOS	ITEMAS	MODO DE CUMPLIMIENTO	¿SE CUMPLE REQUISITO? (SI/NO/PARCIAL)	EVIDENCIA	FECHA DE EVALUACIÓN	OBSERVACIONES	
1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ	Art. 07... derecho a la protección de su salud, medio familiar y de la comunidad... (...)	Normas Generales	Compromiso de la organización con el ambiente	NO	Implementación ISO 14001	15/10/2018	-	
2		Ley General del Ambiente, art. 74 (responsabilidad del titular por los impactos negativos), art. 76 (adopción de sistemas de gestión ambiental, acorde con la naturaleza y magnitud de sus operaciones), art. 83 (control de materiales y sustancias peligrosas), art. 113 (prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente), Art. 119 (disposición final de residuos sólidos)	Normas Generales	Libro de actas de la organización	NO	Libro de actas donde se detallan cargos	15/10/2018	-	
3				Política del SGA	NO	Política del SGA	15/10/2018	-	
4	LEY N° 28611		Normas Generales	Cuidado con los productos de limpieza	Parcial	Productos ordenados y sin derrame	15/10/2018	-	
5				Política y objetivos del SGA	NO	Política y objetivos de SGA	15/10/2018	-	
6				Tachos de colores para segregación	Parcial	Tachos de colores según tipo de residuos, cumplimiento parcial	15/10/2018	Adquirir todos los tachos según color	
7	LEY N° 28551	Ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia, art. 03 y art. 10	Normas Generales	Plan de contingencia	Parcial	Plan de contingencia	15/10/2018	-	
8				Programa de Simulacros	NO	Programa de simulacros, pero falta realizar los simulacros	15/10/2018	-	
9	D.S. N° 002-2009-MINAM	Reglamento sobre transparencia, participación y consulta en asuntos ambientales	Normas Generales	Informativa	NO	Registro de charlas	15/10/2018	-	
10	LEY N° 29968	Ley de creación del Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las inversiones sostenibles (SENACE)	Normas Generales	Compromiso de la organización con el ambiente	NO	Implementación ISO 14001	15/10/2018	-	
11	LEY 29338 Y SU REGLAMENTO MODIF. Ley 30640	Ley de recursos hídricos	Agua	Charlas de sensibilización, compromisos ambientales	Parcial	Registro de charlas de sensibilización, pero se evidencia retraso en ejecución	15/10/2018	-	
12	RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 259-2013-ANA	Aprobación la "Guía para la evaluación de los recursos hídricos"	Agua	Procedimientos documentados	NO	Procedimientos documentados	15/10/2018	-	
13	Ley N° 17752	Ley General del Agua	Agua	Charlas de sensibilización, compromisos ambientales	SI	Registro de charlas de sensibilización	15/10/2018	-	
14	DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	Aprobación Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias	Agua	Monitoreo ambiental	NO	Procedimientos para monitoreo ambiental	15/10/2018	-	
15	RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 010-2016-ANA	Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	Agua	Monitoreo ambiental	Parcial	Monitoreo ambiental en obra	15/10/2018	Programado	
16	RESOLUCIÓN N° 31-2013/CNB-INDECOPI / NTP 214.046.2013	Aprobación Norma Técnica Peruana sobre Calidad de Agua	Agua	Procedimientos documentados	Parcial	Procedimientos documentados	15/10/2018	-	
17	D.S. 003-2017-MINAM	Aprobación Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias	Aire	Monitoreo ambiental	NO	Procedimientos para monitoreo ambiental	15/10/2018	-	
18	R.D. N° 1404-2005-DIGESA	Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos, elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)	Aire	Monitoreo ambiental	Parcial	Monitoreo ambiental en obra	15/10/2018	Programado	
19	D.S. 009-2012-MINAM	Límites Máximos Permisibles de emisiones de vehículos aeronotables que circulan en la red vial	Aire	Informativa	Parcial	Registro de charlas	15/10/2018	-	
20	D.S. 085 - 2003-PCM	Aprobación Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido	Ruido	Monitoreo ambiental	NO	Procedimientos para monitoreo ambiental	15/10/2018	-	

21	R.M. Nº227-2013-MINAM	Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental	Ruido	Monitoreo ambiental	Parcial	Monitoreo ambiental en obra	15/10/2018	Programado
22	D.S. 011-2017-MINAM	Aprobación Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo	Suelo	Monitoreo ambiental	Parcial	Monitoreo ambiental	15/10/2018	Programado
23	LEY Nº 29243	Ley que regula declaración de Emergencia Ambiental	Emergencia Ambiental	Charlas de sensibilización	NO	Registro de charlas de sensibilización	15/10/2018	-
24	LEY Nº 27446 Y SU REGLAMENTO	Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)	Impacto Ambiental	Charlas de sensibilización	SI	Registro de charlas de sensibilización	15/10/2018	-
25	LEY Nº 28245	Ley marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	Instrumentos de Gestión	Compromiso de la organización con el ambiente	NO	Implementación ISO 14001	15/10/2018	-
26	DECRETO SUPREMO Nº 008-2005-PCM	Reglamento de la Ley Nº 28245, Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	Instrumentos de Gestión	Compromiso de la organización con el ambiente	NO	Implementación ISO 14002	15/10/2018	-
27	LEY Nº 30011	Ley que modifica la ley 29325, ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental	Instrumentos de Gestión	Informativa	NO	Registro de charlas	15/10/2018	-
28	LEY Nº 28296	Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación	Patrimonio Cultural	Charlas de sensibilización	SI	Registro de charlas de sensibilización	15/10/2018	-
29	RESOLUCIÓN MINISTERIAL Nº 037-2013-VMP/CIC-MC / Directiva Nº 001-2013-VMP/CIC-MC	Normas y procedimientos para la emisión del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA)	Patrimonio Cultural	Informativa	NO	Registro de charlas	15/10/2018	-
30	DECRETO SUPREMO Nº 003-2014-MC	Reglamento de intervenciones arqueológicas	Patrimonio Cultural	Procedimientos documentados	Parcial	Procedimientos documentados	15/10/2018	-
31	DECRETO LEGISLATIVO Nº 1079	Establecen medidas que garantizan el patrimonio de las áreas naturales protegidas	Áreas naturales	Procedimientos documentados	Parcial	Procedimientos documentados	15/10/2018	-
32	LEY Nº 26821	Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales	Recursos Naturales	Procedimientos documentados	Parcial	Procedimientos documentados	15/10/2018	-
33	LEY Nº 29763 Y SUS REGLAMENTOS	Ley forestal y de fauna silvestre	Recursos Naturales	Informativa	NO	Registro de charlas	15/10/2018	-
34	RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO Nº 012-2012-OEFA/CD	Aprobación nuevo Reglamento del Procedimiento Administrativo Sancionador de la OEFA	Normas Generales	Procedimientos documentados	NO	Procedimientos documentados	15/10/2018	-
35	LEY Nº 27314	Ley general de residuos sólidos	Residuos	Charlas de sensibilización, compromisos ambientales	Parcial	Registro de charlas de sensibilización	16/10/2018	-
36	LEY Nº 28256	Ley de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos	Residuos	Charlas de sensibilización	NO	Registro de charlas	16/10/2018	-
37	DECRETO SUPREMO Nº 0021-2008-MTC	Reglamento de ley de transporte terrestre de materiales peligrosos	Residuos	Charlas de sensibilización	NO	Registro de charlas	16/10/2018	-
38	RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nº 2613-2013-MTC/15	Aprobación formato de la hoja resumen de seguridad para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos y su instructivo, así como otros formatos	Residuos	Informativa	NO	Registro de charlas	16/10/2018	-
39	DECRETO LEGISLATIVO Nº 1278	Ley de gestión integral de residuos sólidos, art. 34 (entregar los residuos debidamente segregados a los operadores autorizados), art. 36 (almacenamiento de residuos, de acuerdo, al código de colores para almacenamiento de residuos)	Residuos	Tachos de colores para segregación municipal	Parcial	Tachos de colores, para todos los tipos de residuos	16/10/2018	Adquirir todos los tachos según color
40				Tachos de colores para segregación municipal	Parcial	Tachos de colores, para todos los tipos de residuos	16/10/2018	Adquirir todos los tachos según color
41	DECRETO SUPREMO Nº 025-2001-ITINCI	Régimen de sanciones e incentivos del reglamento de protección ambiental (Medidas de remediación, reponer las cosas al estado anterior a su ocurrencia, sin perjuicio de imponer cualquiera de las sanciones)	Normas Generales	No aplicable, debido a que no se ha presentado.	No aplica	-	16/10/2018	-
42	DECRETO LEGISLATIVO Nº 635	Código penal, parte especial - DELITOS (contaminación del ambiente, infringir LMP, privación de la libertad no menor de 4 años ni mayor a 6 años, multas y otros)	Normas Generales	No aplicable, debido a que no se ha presentado.	No aplica	-	16/10/2018	-
43	RESOLUCIÓN MINISTERIAL 037-2008-MEM/DM	Código nacional de electricidad, utilización	Normas Generales	Informativa	NO	Registro de charlas	16/10/2018	-
44	NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 350.021	Clasificación de los fuegos y representación gráfica (símbolos, gráficos, uso adecuado del extintor)	Norma Peruana	Informativa	NO	Registro de charlas	16/10/2018	-
45	NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 833.030-2012	Extintores portátiles, servicio de inspección, mantenimiento, recarga y prueba hidrostática	Norma Peruana	Instalación de extintores	NO	Visita de campo	16/10/2018	-
46	NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 900.058 - 2019	Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos (asegurar la identificación y segregación de los residuos)	Norma Peruana	Tachos de colores	Parcial	Tachos de colores, para todos los tipos de residuos	16/10/2018	Adquirir todos los tachos según color

Anexo 4. Matriz para identificar aspectos y evaluar impactos ambientales

		<b>IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>													Código: SIG-MA-008-F1 Versión: 01 Fecha: 15/10/2018 Página: 1/1					
Proyecto: "Ampliación y Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en la Localidad de Juli, Distrito de Juli - Provincia de Chucuito - Región Puno"																				
Item	Sub componentes	Actividades	Aspecto ambiental	Elemento	Impacto	Criterios de evaluación												I		
						N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC				
1	Redes de distribución y conexiones domiciliarias	Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Generación de NOx, COx y partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	8	4	4	4	2	1	2	4	4	2	4	4	-55	
		Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	9	4	4	4	1	1	2	1	4	2	1	4	1	-51
		Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Extracción de material	Suelo	Afectación de la calidad del suelo	-	8	2	4	4	4	4	2	1	4	4	4	4	4	-55
		Excavación de zanja	Extracción de suelo vegetal	Suelo	Perdida de cobertura vegetal	-	6	2	4	4	2	2	2	1	4	2	2	4	2	-41
		Instalación de tuberías y accesorios PVC	Generación de residuos peligrosos	Suelo	Contaminación del suelo	-	2	1	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	4	-28
		Instalación de tuberías y accesorios PVC	Generación de residuos peligrosos	Agua	Contaminación del agua	-	1	1	4	2	2	2	2	2	1	4	2	2	2	-24
		Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Suelo	Contaminación del suelo	-	4	1	4	4	2	2	2	2	2	4	2	4	4	-36
		Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Agua	Contaminación del agua	-	7	1	4	4	2	2	2	2	3	4	2	4	4	-46
		Preparación y colocación de concreto	Generación de partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	3	2	4	4	1	1	2	3	4	1	1	1	1	-30
		Explotación de canteras	Extracción de material (para cama de apoyo)	Suelo	Erosión hídrica	-	4	2	4	4	2	2	2	4	1	2	4	4	4	-37
	Explotación de canteras	Ruido	Contaminación acústica	-	3	1	4	4	1	2	2	1	4	4	4	2	4	-31		
	Demolición de pavimento	Generación de escombros	Generación de escombros	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	2	1	4	1	1	1	2	4	2	1	2	1	-24	
	Demolición de pavimento	Generación de escombros	Generación de escombros	Ruido	Contaminación acústica	-	10	2	4	4	1	1	2	1	4	2	1	4	-50	

Componente 01: Agua Potable

2	Captación de agua Chinchalahui	Movimiento de tierras (excavación, relleno y enrocado)	Producción de NOx, COx y partículas suspendidas	Aire	Daños en la calidad del aire	-	7	4	4	4	1	1	2	3	4	2	4	-50	
		Movimiento de tierras (excavación, relleno y enrocado)	Emisión de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	9	4	4	4	1	1	2	1	4	2	2	-52	
		Movimiento de tierras (excavación, relleno y enrocado)	Extracción de material	Suelo	Daños en la calidad del suelo	-	8	2	4	4	4	4	4	4	1	4	4	8	-61
		Movimiento de tierras (excavación, relleno y enrocado)	Enrocado bajo agua	Agua	Afectación de la calidad del agua	-	6	2	2	4	2	1	2	3	4	2	2	-42	
		Trabajos de soldadura	Emisión de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	12	4	4	4	2	1	4	1	4	2	4	-66	
		Instalaciones eléctricas, sanitarias y acabados	Generación de desechos sólidos	Suelo	Daños en la calidad del suelo	-	2	1	4	2	2	2	2	3	4	2	2	-29	
		Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Agua	Contaminación del agua	-	10	1	4	2	2	2	2	3	4	2	4	-55	
		Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Suelo	Contaminación del suelo	-	10	1	4	2	2	2	2	2	4	2	4	-54	
		Preparación y colocación de concreto	Colocación de concreto bajo el agua	Agua	Afectación de la calidad del agua superficial	-	10	4	8	2	2	2	2	4	4	1	4	-65	
		Preparación y colocación de concreto	Generación de partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	3	2	4	1	1	2	3	4	1	1	-30		
		Explotación de canteras	Extracción de rocas	Suelo	Alteración geomorfológica	-	10	1	4	4	4	2	2	4	4	2	8	-64	
		Explotación de canteras	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	10	4	4	1	1	2	1	4	1	1	-53		
		Explotación de canteras	Generación de partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	10	4	4	2	1	2	4	4	2	1	-58		
		3	Línea de impulsión y	Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Producción de NOx, COx y partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	7	4	4	1	1	2	3	4	2	4	-50

conducción de agua	Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	9	4	4	1	1	2	1	4	2	1	-51
	Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Extracción de material	Suelo	Daños en la calidad del suelo	-	8	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-55
	Excavación de zanja	Extracción de suelo vegetal	Suelo	Perdida de cobertura vegetal	-	12	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-59
	Instalación de tuberías y accesorios PVC	Generación de desechos peligrosos	Suelo	Polución del suelo	-	2	1	2	2	2	2	2	4	4	2	-28
	Preparación y colocación de concreto	Consumo del agua	Agua	Extinción del recurso natural	-	2	1	1	2	2	2	1	2	2	4	-24
	Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Suelo	Contaminación del suelo	-	4	1	4	2	2	2	2	4	2	4	-36
	Preparación y colocación de concreto	Generación de partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	3	2	4	1	1	2	3	4	1	1	-30
	Explotación de canteras	Extracción de material (para cama de apoyo)	Suelo	Erosión hídrica	-	4	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-35
	Movimiento de tierras (excavación y relleno)	Generación de NOx, COx y partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	8	2	4	1	1	2	3	4	1	1	-45
	Movimiento de tierras (excavación y relleno)	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	6	2	4	1	1	2	1	4	2	1	-38
	Movimiento de tierras (excavación y relleno)	Extracción de material	Suelo	Daños en la calidad del suelo	-	10	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-65
	Excavaciones	Extracción de suelo vegetal	Suelo	Perdida de cobertura vegetal	-	10	2	4	2	2	2	1	4	2	8	-59
	Excavaciones	Extracción de material	Suelo	Inestabilidad de taludes	-	4	2	2	4	4	1	2	2	1	4	-36

Componente 02: Alcantarillado		5		Redes de alcantarillado y conexiones domiciliarias											
Instalaciones eléctricas, sanitarias y acabados	Generación de desechos sólidos	Suelo	Daños en la calidad del suelo	-	2	1	4	2	2	2	3	4	1	4	-30
Preparación y colocación de concreto	Consumo del agua	Agua	Agotamiento del recurso natural	-	6	1	2	2	4	2	2	2	2	4	-40
Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Suelo	Contaminación del suelo	-	8	2	4	2	4	2	3	4	1	4	-52
Trabajos de concreto	Generación de desechos peligrosos	Suelo	Polución del suelo	-	6	2	4	2	4	2	4	4	1	4	-47
Preparación y colocación de concreto	Generación de partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	8	2	4	1	1	2	3	4	1	1	-45
Trabajos de concreto	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	3	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-28
Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Producción de NOx, COx y partículas suspendidas	Aire	Daños en la calidad del aire	-	8	4	4	2	1	2	4	4	4	4	-57
Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	10	4	4	1	1	2	1	4	4	1	-56
Movimiento de tierras (excavación y relleno de zanja)	Extracción de material	Suelo	Daños en la calidad del suelo	-	10	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-61
Excavación de zanja	Extracción de suelo vegetal	Suelo	Pérdida de cobertura vegetal	-	6	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-41
Instalación de tuberías y accesorios PVC	Generación de desechos peligrosos	Suelo	Polución del suelo	-	2	1	2	2	2	2	2	4	4	2	-28
Instalación de tuberías y accesorios PVC	Generación de desechos peligrosos	Agua	Polución del agua	-	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	-24
Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Suelo	Contaminación del suelo	-	8	1	4	2	2	2	2	4	2	4	-48
Preparación y colocación de concreto	Generación de aguas residuales	Agua	Contaminación del agua	-	10	1	4	2	2	2	3	4	2	4	-55

	Preparación y colocación de concreto	Generación de partículas suspendidas	Aire	Afectación de la calidad del aire	-	3	2	4	1	1	2	3	4	1	1	-30
	Explotación de canteras	Extracción de material (para cama de apoyo)	Suelo	Erosión hídrica	-	4	2	4	2	2	2	4	1	2	2	-35
	Explotación de canteras	Extracción de material	Ruido	Contaminación acústica	-	3	1	4	4	2	2	1	4	4	2	-31
	Demolición de pavimento	Generación de escombros	Aire	Daños en la calidad del aire	-	2	1	4	4	1	1	2	4	2	1	-24
	Demolición de pavimento	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	4	2	4	4	1	2	1	4	4	1	-34
	Dotación de combustible y lubricantes	Generación de desechos peligrosos	Suelo	Contaminación del suelo	-	12	1	2	4	2	2	4	4	4	4	-64
	Dotación de combustible y lubricantes	Difusión de gases contaminantes	Aire	Contaminación del aire	-	1	2	4	4	1	2	1	4	2	1	-23
	Depósito de material excedente	Generación de material excedente	Suelo	Daños en la calidad del suelo	-	8	1	2	4	2	2	4	4	4	4	-52
	Depósito de material excedente	Generación de ruido	Ruido	Contaminación acústica	-	9	2	4	4	1	2	1	4	2	1	-47
	Labores de cocina	Consumo de agua	Agua	Agotamiento del recurso /generación de aguas residuales	-	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	-18
	Tareas administrativas, elaboración de informes	Generación de desechos no peligrosos (cartón, plásticos, papel y otros)	Suelo	Contaminación del suelo	-	1	1	1	2	2	1	4	2	2	2	-20
	Tareas administrativas, elaboración de informes	Uso de papel	Agua	Extinción de los recursos naturales	-	3	1	2	2	2	1	4	1	4	4	-31

N: Naturaleza del impacto  
 IN: Intensidad o grado probable de destrucción  
 EX: Extensión o área de influencia del impacto  
 MO: Momento entre acción y aparición del impacto  
 PE: Persistencia del efecto provocado por impacto  
 RV: Reversibilidad  
 SI: Sinergia de dos o más efectos posibles  
 AC: Acumulación o efecto de incremento progresivo  
 EF: Efecto (tipo directo o indirecto)  
 PR: Periodicidad  
 MC: Recuperabilidad o posible reconstrucción  
 I: Importancia del impacto ambiental

## Anexo 5. Otros parámetros del monitoreo ambiental

### Material Particulado PM2.5

Las partículas PM2.5 tienen en general 2,5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) de diámetro y menores a esta medición, los resultados alcanzados se muestran en la tabla 44, con los datos emitidos por el laboratorio, donde se muestran que las concentraciones de PM 2.5 son de 12,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 15,09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de cada estación monitoreada, por lo tanto, se demuestra que dichas partículas PM2.5 se sitúan inferiores al Estándar de Calidad Ambiental (ECA).

Tabla 44

*Resultados de concentración de material particulado PM2.5*

Estación	Fecha de Monitoreo		Hora de muestreo	Resultado emitido por laboratorio (ug/muestra)	Resultados de concentración PM2.5 (ug/m3)	ECA (ug/m3) (24h)
	Inicio	Fin				
CA-01	29/10/2018	30/10/2018	10:30	299	12.19	50
CA-02	29/10/2018	30/10/2018	11:30	370	15.09	50

Fuente: SICMA S.A.C.

**Parámetros Meteorológicos:** Adicionalmente, se realizó la evaluación de la temperatura ambiental, humedad relativa, dirección predominante del viento y su velocidad; en la tabla 45 se presenta los resultados obtenidos, los promedios diarios, máximos y mínimos horarios de los factores meteorológicos registrados en las zonas de monitoreo.

Tabla 45

*Resultados de los factores meteorológicos monitoreados*

Día		Temperatura Ambiental ( $^{\circ}\text{C}$ )	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección predominante del viento
29/10/2018	Prom	14.33	46.8	0.74	NE
	Máx	21.2	56	1.3	
	Mín	18.1	26	0	
30/10/2018	Prom	11.96	62.2	0.27	ENE
	Máx	18.1	82	1.3	
	Mín	6.3	42	0	

Fuente: SICMA S.A.C

Tabla 46

*Data meteorológica*

Fecha	Hora	Temperatura Ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección predominante del viento	Presión atmosférica (mbar)
29/10/2018	11:00	21.2	26	0.9	SW	990.4
29/10/2018	12:00	19.2	32	0.9	SW	990
29/10/2018	13:00	16.7	44	0.9	WSW	990.1
29/10/2018	14:00	16	44	0.4	WSW	991
29/10/2018	15:00	14.8	51	0	SE	992
29/10/2018	16:00	13.6	53	0	ESE	993.2
29/10/2018	17:00	12	54	1.3	NNE	994.5
29/10/2018	18:00	10.7	54	1.3	NE	995.5
29/10/2018	19:00	9.8	54	1.3	NE	997.2
29/10/2018	20:00	9.3	56	0.4	NE	997.6
30/10/2018	21:00	8.1	62	0	ENE	998.1
30/10/2018	22:00	8.2	68	0	ENE	998.8
30/10/2018	23:00	8.6	72	0	ENE	998.9
30/10/2018	00:00	8.3	74	0	ENE	998.8
30/10/2018	01:00	8	76	0	ENE	999.6
30/10/2018	02:00	6.7	79	0	ENE	1000.4
30/10/2018	03:00	6.3	82	0		1001.2
30/10/2018	04:00	9.2	71	0	ENE	1002.3
30/10/2018	05:00	13.8	53	0	SSW	1003.6
30/10/2018	06:00	18.1	42	0.4	ENE	1002.7
30/10/2018	07:00	19.2	44	0.4	NE	1002.3
30/10/2018	08:00	16.7	44	0.4	NE	1002.7
30/10/2018	09:00	18.1	51	1.3	ESE	999
30/10/2018	10:00	18.1	53	1.3	SE	994.5

Fuente: SICMA S.A.C

**Parámetros Meteorológicos:** Los resultados muestran una velocidad mínima del viento de 0.4 m/s (período de calma) y una máxima de 2.7 m/s, donde la dirección dominante del viento es de oeste-suroeste, la humedad relativa se encuentra desde 32% hasta 64%.

Tabla 47

*Resultados de los factores meteorológicos evaluados*

Día		Temperatura Ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección predominante del viento
9/04/2019	Prom	8.70	55.67	0.93	
	Máx	12.10	63.00	1.80	OS
	Mín	1.50	47.00	0.40	
10/04/2019	Prom	11.71	47.08	1.49	
	Máx	17.60	64.00	2.70	OSO
	Mín	4.60	32.00	0.40	

Fuente: SICMA S.A.C

Anexo 6. Matriz de consistencia

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA "SICMA SAC" - REGIÓN DE PUNO									
MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA									
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	MÉTODOS		PRUEBA ESTADÍSTICA
							TÉCNICAS	INSTRUMENTO	
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO:</b> ¿Cuál es el diagnóstico ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015?	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA:</b> El diagnóstico ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015, determina un nivel de cumplimiento "bajo" en su sistema de gestión ambiental.	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO:</b> Realizar un diagnóstico ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., antes de la implementación de la norma ISO 14001:2015.	Variable independiente: <b>Empresa constructora SICMA SAC</b>  Variable dependiente: <b>Diagnóstico ambiental</b>	Conocimiento ambiental  Aspectos e impactos ambientales	Cargo en la empresa  Exp. en gestión amb.  Aire  Agua  Suelo  Ruido	Gerente, Jefe, Administrador, Responsable del SGA  Menor a 5 años / Entre 5 a 10 años / Mayor a 10 años  Comparación con los ECA  Comparación con los ECA  Comparación con los ECA  Comparación con los ECA	Encuesta  Entrevista  Observación  Monitoreo ambiental  Análisis documental  Análisis documental	Cuestionario  Guías de entrevista  Fichas de observación  Equipos de laboratorio certificados  Lista de verificación, lista muestra de documentos  Matriz de requisitos legales	WILCOXON
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO:</b> ¿Cuál es el desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., después de la implementación de la norma ISO 14001:2015?	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA:</b> El desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., después de la implementación de la norma ISO 14001:2015, determina una "mejora" importante en su sistema de gestión ambiental.	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO:</b> Analizar el desempeño ambiental de la empresa constructora SICMA S.A.C., después de la implementación de la norma ISO 14001:2015.	Variable independiente: <b>Empresa constructora SICMA SAC</b>  Variable dependiente: <b>Desempeño ambiental</b>	Conocimiento ambiental  Evaluación de aspectos e impactos ambientales  Requisitos legales  Cumplimiento de requisitos ISO 14001	Cargo en la empresa  Exp. en gestión amb.  Calidad de aire  Calidad de agua  Calidad de suelo  Calidad de ruido  Cumplimiento de requisitos legales	Gerente, Jefe, Administrador, Responsable del SGA  Menor a 5 años / Entre 5 a 10 años / Mayor a 10 años  Comparación con los ECA  Comparación con los ECA  Comparación con los ECA  Comparación con los ECA  SINO/NA  Grado de cumplimiento (%)	Encuesta  Entrevista  Observación  Monitoreo ambiental  Análisis documental  Análisis documental	Cuestionario  Guías de entrevista  Fichas de observación  Equipos de laboratorio certificados  Matriz de requisitos legales  Lista de verificación, lista muestra de documentos	WILCOXON

### Anexo 7. Panel fotográfico



Figura 30. Zonas de monitoreo de aire CA - 01 PTAP, CA - 02 panamericana



Figura 31. Estación de monitoreo CA-AR02, equipos empleados para el monitoreo



Figura 32. Estaciones del monitoreo de agua CA-A01, suelo CS-01



*Figura 33.* Puntos de monitoreo del suelo CA-S02, CS-04



*Figura 34.* Zonas de monitoreo de calidad del ruido RA - 01, RA - 03



*Figura 35.* Punto de monitoreo de calidad del ruido CA-R06, zonas de trabajo