

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE
COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA
QUICORNAC SAC**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

PERCY EDILBERTO MIÑOPE CAPUÑAY

ASESOR

DANNY ADOLFO BUSTAMANTE SIGUEÑAS

<https://orcid.org/0000-0001-9166-8169>

Chiclayo, 2019

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACIÓN Y
REDUCCIÓN DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA
EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC SAC**

PRESENTADA POR:

PERCY EDILBERTO MIÑOPE CAPUÑAY

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad
Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Vanessa Lizet Castro Delgado

PRESIDENTE

Lucio Antonio Llontop Mendoza

SECRETARIO

Danny Adolfo Bustamante Sigueñas

ASESOR

DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida, salud y
fuerza para lograr desarrollar
este proyecto.*

*A mi madre María Elena
Capuñay de Miñope la cual
siempre puso su plena confianza
en mí y me ha apoyado en mis
decisiones, así como a lo largo
de toda mi carrera profesional.
Sin ella, no hubiera podido
lograr nada.*

*A mi padre Ricardo Miñope
Vílchez por todo su apoyo
incondicional y por creer
siempre en mí.*

*A mi hermano Diego Armando
Miñope Capuñay por brindarme
siempre su apoyo cuando más lo
necesitaba.*

AGRADECIMIENTOS

*Al Lic. Elkin Darío Vanegas
Murillo – Gerente General de
Quicornac SAC por abrirme las
puertas de la empresa,
depositando su plena confianza
en mí cuando fui a solicitar el
permiso y darme oportunidad y
responsabilidad de desarrollar el
proyecto en la empresa.*

*Al Ing. Elton Oliver Núñez
Saavedra – Coordinador SSOMA
de Quicornac SAC por su apoyo
en el desarrollo del proyecto, por
haberme brindado su confianza y
las facilidades al acceso de
información valiosa de la
empresa.*

*A mi asesor Ing. Danny Adolfo
Bustamante Sigueñas por sus
enseñanzas a lo largo de todas
las asesorías.*

RESUMEN

Las actividades industriales de fábricas conserveras de frutas tienen un elevado impacto en el entorno como consecuencia del elevado volumen de agua consumida y vertida. Quicornac consume grandes volúmenes en sus actividades operativas. La investigación tuvo como objetivo principal proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización y reducción de costos sobre el consumo de agua. Para ello, se realizó el diagnóstico del proceso productivo y las aguas residuales que genera identificando que el consumo ha tomado valores hacia una tendencia positiva en el período 2012 – 2018, siendo setiembre, octubre y noviembre los de mayor consumo. La empresa cuenta un sistema de tratamiento preliminar, el cual le permite cumplir con los valores de D.S. N°021-2009, pero debido a los grandes volúmenes que consume, vierte 701,25 m³/día de aguas residuales al drenaje de Olmos por lo que diversos organismos recomendaron ejecutar acciones para la reutilización de la misma. Posteriormente, se realizó un análisis físico – químico - microbiológico del efluente en donde se determinó que cumple con los valores del D.S. N°021-2009, pero que sin embargo los parámetros aceites y grasas (10 mg/L), DBO₅ (418 mg/L), DQO (320 mg/L) exceden a los valores del D.S. N° 004 – 2017 con fines riego de vegetales por lo cual es necesario un sistema de tratamiento adicional. Luego, se evaluó y seleccionó el tratamiento idóneo: sistema preliminar (rejilla y filtro estático), primario (sedimentación), secundario (lodos activados: reactor biológico y sedimentador secundario) los cuales reducen la carga aceites y grasas (2,275 mg/L), DBO₅ (14 mg/L), DQO (28,8 mg/L), pH (8,09), Coliformes termotolerantes (73,8 NMP/100 ml) cumpliendo los valores del D.S. N° 004 – 2017 MINAM con fines de riego de vegetales de tallo alto y bajo. Finalmente, en el análisis costo beneficio se obtuvo una rentabilidad del 35%, es decir, por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/0,35.

Palabras clave: agroindustria, aguas residuales, sistema de tratamiento de desbaste y rejillas, lodos activados, reactor biológico.

ABSTRACT

The industrial activities of fruit canning factories have a high impact on the environment as a result of the high volume of water consumed and discharged. Quicornac consumes large volumes in its operational activities. The main objective of the research was to propose a wastewater treatment system for its reuse and cost reduction on water consumption. For this, the diagnosis of the production process and the wastewater that it generates was made by identifying that consumption has taken values towards a positive trend in the period 2012 - 2018, with September, October and November being the ones with the highest consumption. The company has a preliminary treatment system, which allows it to comply with D.S. N ° 021-2009, but due to the large volumes it consumes, it discharges 701.25 m³ / day of wastewater to the Olmos drainage, so various agencies recommended executing actions to reuse it. Subsequently, a physico-chemical - microbiological analysis of the effluent was performed where it was determined that it complies with the values of the D.S. No. 021-2009, but nevertheless the parameters oils and fats (10 mg / L), DBO₅ (418 mg / L), DQO (320 mg / L) exceed the values of the D.S. N ° 004 - 2017 for vegetable irrigation purposes, therefore an additional treatment system is necessary. Then, the appropriate treatment was evaluated and selected: preliminary system (grid and static filter), primary (sedimentation), secondary (activated sludge: biological reactor and secondary settler) which reduce the oil and fat load (2,275 mg / L), DBO₅ (14 mg / L), DQO (28.8 mg / L), pH (8.09), Thermotolerant coliforms (73.8 NMP / 100 ml) meeting the DS values N ° 004 - 2017 MINAM for irrigation purposes of tall and low stem vegetables. Finally, in the cost-benefit analysis, a profitability of 35% was obtained, that is, for each sun invested, a gain of S / 0.35 is obtained.

Keywords: agroindustry, wastewater, grinding and grinding treatment system, activated sludge, biological reactor.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	13
II.	MARCO TEÓRICO.....	15
2.1.	Antecedentes del problema	15
2.2.	Bases Teórico Científicas	19
2.2.1.	Aguas residuales	19
2.2.2.	Clasificación de las aguas residuales	19
2.2.3.	Aguas residuales industriales en el sector Agroindustrial	19
2.2.4.	Tratamiento de aguas residuales	20
2.2.5.	Metodología para la identificación de los factores ponderados.....	29
2.2.6.	Criterios para la elección del mejor tratamiento	30
2.2.7.	Determinación de la calidad de aguas residuales.....	31
2.2.8.	Reutilización y reciclado.....	32
2.2.9.	Muestreo de aguas residuales.....	32
2.2.10.	Marco legal	33
2.2.11.	Distribución de planta – Método Guerchet.....	33
III.	RESULTADOS.....	35
3.1.	Diagnóstico del proceso productivo y las aguas residuales generadas	35
3.1.1.	La empresa	35
3.1.2.	Datos generales	36
3.1.3.	Descripción del proceso de producción	39
3.1.4.	Requerimiento y distribución del recurso agua.....	51
3.1.5.	Consumo de agua período 2012 al 2018.....	52
3.1.6.	Diagnóstico de situación actual de aguas residuales.....	60
3.2.	Caracterización fisicoquímica de las aguas residuales y elección del tratamiento	73
3.2.1.	Resultados de análisis fisicoquímico de las aguas residuales	73
3.2.2.	Elección del tratamiento idóneo en la empresa Quicornac S.A.C	76
3.3.	Diseño del sistema de tratamiento	87
3.3.1.	Balance de materia del sistema de tratamiento	94
3.3.2.	Reutilización de aguas residuales	106
3.3.3.	Indicadores de producción del sistema de tratamiento de aguas residuales	108
3.3.4.	Diseño del sistema de tratamiento primario.....	109
3.3.5.	Diseño del sistema de tratamiento secundario	112
3.3.6.	Diseño del tanque de almacenamiento de lodos	115
3.3.7.	Elección de sistema de aireación	116
3.3.8.	Sostenibilidad ambiental	120

3.4. Análisis costo – beneficio de la propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	121
3.4.1. Costos de inversión	121
3.4.2. Capital de trabajo	132
3.4.3. Gastos administrativos	134
3.4.4. Costos de consumo de agua	136
3.4.5. Costos del sistema de tratamiento de efluentes.....	137
3.4.6. Análisis costo beneficio de la propuesta.....	144
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	147
4.1. Conclusiones	147
4.2. Recomendaciones	148
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
VI. ANEXOS.....	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua preliminar.....	21
Tabla 2. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua primario.....	23
Tabla 3. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua secundarios.	25
Tabla 4. Ventajas y desventajas del tratamiento secundario anaeróbico y anaeróbico.....	26
Tabla 5. Dosis de cloro según tipo de tratamiento previo.....	27
Tabla 6. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua terciarios.	29
Tabla 7. Exigencias de calidad de agua para el riego de vegetales.....	32
Tabla 8. Valores típicos del coeficiente K	34
Tabla 9. Datos generales de la empresa.	36
Tabla 10. Productos de Quicornac S.A.C. y su presentación.....	39
Tabla 11. Procesamiento de materia prima mango y maracuyá.....	40
Tabla 12. Cantidad promedio de agua requerida.....	51
Tabla 13. Cantidad de agua promedio para los suministros de planta.	51
Tabla 14. Cantidad promedio de agua para la limpieza y SS.HH.....	52
Tabla 15. Consumo de agua mensual del 2012 en m ³	52
Tabla 16. Consumo de agua mensual del 2013 en m ³	53
Tabla 17. Consumo de agua mensual del 2014 en m ³	54
Tabla 18. Consumo de agua del 2015 en m ³	55
Tabla 19. Consumo de agua del 2016 en m ³	56
Tabla 20. Consumo de agua del 2017 en m ³	57
Tabla 21. Consumo de agua del 2018 en m ³	58
Tabla 22. Equipos y características del sistema de tratamiento preliminar.	61
Tabla 23. Parámetros de pH y Temperatura.....	66
Tabla 24. Medición de pH y temperatura promedio mensual 2018 (°C).	67
Tabla 25. Ubicación de la estación de muestreo de agua residual no doméstica.....	69
Tabla 26. Resultados del análisis físico químico de las aguas residuales.	69
Tabla 27. Programa de monitoreo.	70
Tabla 28. Ubicación de la estación de muestreo de agua residual no doméstica.....	75
Tabla 29. Resultados del análisis físico químico de las aguas residuales en Agroindustria Quicornac S.AC. 2018	75
Tabla 30. Parámetros para riego de vegetales según D.S. N° 004-2017-MINAM	76
Tabla 31. Porcentajes de remoción de tratamientos elegidos.....	77
Tabla 32. Generación de lodos.....	78
Tabla 33. Requerimiento de área para los diversos tratamientos evaluados.....	78
Tabla 34. Disponibilidad de tecnología.....	80
Tabla 35. Nivel de consumo de energía eléctrica.....	80
Tabla 36. Costos (inversión, operación y mantenimiento).....	81
Tabla 37. Nivel de operación de los diversos sistemas de tratamiento.	83
Tabla 38. Condiciones ambientales de los diversos sistemas.	83
Tabla 39. Confrontación de criterios.....	84
Tabla 40. Escala de puntuación.....	85
Tabla 41. Matriz de enfrentamiento.	86
Tabla 42. Consumo de agua – período del 2012 al 2018.	87
Tabla 43. Pronóstico del efluente para los años 2019-2023.....	88

Tabla 44. Cantidad de agua requerida en m ³ /día.....	89
Tabla 45. Programa de riego – Plantaciones Quicornac SAC.....	90
Tabla 46. Parámetros físico – químicos y microbiológicos iniciales.....	95
Tabla 47. Período de retención y % de remoción.....	95
Tabla 48. Parámetros iniciales para balance de materia de lodos activados.....	97
Tabla 49. Rango de valores para fangos activados de mezcla completa.....	101
Tabla 50. Coeficientes cinéticos para fangos activados.....	101
Tabla 51. Parámetros para riego de vegetales según D.S. N° 004-2017-MINAM.....	107
Tabla 52. Parámetros para diseño de sedimentador primario.....	110
Tabla 53. Dimensiones de sedimentador primario.....	111
Tabla 54. Dimensiones finales de sedimentador primario.....	112
Tabla 55. Características de tanque de aireación propuesto.....	112
Tabla 56. Dimensiones del tanque de aireación.....	113
Tabla 57. Dimensiones finales de tanque aireación.....	113
Tabla 58. Dimensiones del sedimentador secundario.....	115
Tabla 59. Dimensiones finales de sedimentador secundario.....	115
Tabla 60. Dimensiones del tanque de lodos.....	116
Tabla 61. Ficha técnica – compresor de aire.....	117
Tabla 62. Estimación de área – Planta de tratamiento de aguas residuales.....	119
Tabla 63. Propuesta de acciones para disposición final de residuos.....	120
Tabla 64. Cotización de obras civiles para la construcción de PTAR – Quicornac SAC.....	122
Tabla 65. Cotización de obras mecánicas y de tubería para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en Quicornac SAC.....	124
Tabla 66. Cotización de obras eléctricas para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en Quicornac SAC.....	124
Tabla 67. Parámetros de diseño del caudalímetro IMAG 4700.....	127
Tabla 68. Cotización de, equipos, herramientas, materiales e instrumentación para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en Quicornac SAC.....	130
Tabla 69. Costos intangibles - Cotización de personal técnico especializado contratista, investigación ingenieril especializada y otros costos.....	132
Tabla 70. Capital de trabajo.....	133
Tabla 71. Resumen de inversión total – PTAR Quicornac SAC.....	134
Tabla 72. Gastos administrativos.....	136
Tabla 73. Pronóstico del efluente para los años 2018-2022.....	137
Tabla 74. Costes de energía según horario de uso.....	137
Tabla 75. Coste de energía según horario de consumo.....	137
Tabla 76. Consumo y costo de energía del sistema de tratamiento preliminar de Quicornac.....	138
Tabla 77. Consumo y costo de energía del sistema de tratamiento propuesto de Quicornac.....	139
Tabla 78. Costo de energía por m ³ de agua tratada en el sistema.....	140
Tabla 79. Costo de mantenimiento anual – Infraestructura PTAR Quicornac SAC.....	141
Tabla 80. Costo de mantenimiento anual – Equipos PTAR Quicornac SAC.....	142
Tabla 81. Costo de mantenimiento anual – Equipos PTAR Quicornac SAC.....	143
Tabla 82. Ingresos por ahorro de consumo de agua.....	144
Tabla 83. Flujo de caja.....	145
Tabla 84. Período de retorno de la inversión.....	146
Tabla 85. Retorno de la inversión.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presencia Quicornac S.A.C en mercados de Norteamérica, Europa y Asia.	35
Figura 2. Quicornac S.A.C. presente en Feria de Alimentos ANUGA – Alemania.	35
Figura 3. Planta Quicornac SAC – Perú Olmos.	36
Figura 4. Compromiso ambiental de Quicornac S.A.C.....	37
Figura 5. Ubicación Quicornac SAC.....	38
Figura 6. Diagrama General de proceso de producción Quicornac S.A.C.....	39
Figura 7. Presentación productos Quicornac S.A.C.....	40
Figura 8. Variedades de mango que ingresan al proceso productivo.....	45
Figura 9. Diagrama de flujo: Puré de mango congelado.....	45
Figura 10. Diagrama de flujo: Jugo Aséptico de maracuyá 14° Bx.....	46
Figura 11. Almacenamiento de producto en cámara de congelado a -20°C.....	46
Figura 12. Diagrama de flujo: Jugo congelado de maracuyá 14° Bx.....	47
Figura 13. Diagrama de flujo: Concentrado congelado de maracuyá 50° Bx.....	48
Figura 14. Desinfección de fruta por ducha y desemboque de agua residual.....	49
Figura 15. Sistema de cepillado y enjuague de materia prima.....	49
Figura 16. Limpieza inicial, intermedia y final de equipos.....	50
Figura 17. Limpieza inicial, intermedia y final de equipos.....	50
Figura 18. Consumo mensual de agua 2012.....	53
Figura 19. Consumo de agua mensual 2013.....	54
Figura 20. Consumo de agua mensual 2014.....	55
Figura 21. Consumo de agua mensual 2015.....	56
Figura 22. Consumo de agua mensual 2016.....	57
Figura 23. Consumo de agua 2017.....	58
Figura 24. Consumo de agua mensual 2018.....	59
Figura 25. Consumo anual m ³ período 2012 – 2018.....	59
Figura 26. Sistema de tratamiento preliminar de las aguas residuales.....	61
Figura 27. Sistema de tratamiento preliminar de las aguas residuales en Quicornac SAC.....	62
Figura 28. Elevación - sistema de tratamiento preliminar de las aguas residuales Quicornac	63
Figura 29. Detalles del sistema de tratamiento preliminar.....	64
Figura 30. Caja de válvulas mecánicas y sistema de rejilla de filtros.....	65
Figura 31. Pozo de encuentro y filtro estático.....	65
Figura 32. Resultados de monitoreo pH 2018.....	67
Figura 33. Resultados de monitoreo temperatura (°C) 2018.....	68
Figura 34. Ubicación en zona cárcamo del equipo de medición.....	70
Figura 35. Comportamiento de caudal horario el 20 de febrero.....	71
Figura 36. Comportamiento de caudal horario el 21 de febrero.....	71
Figura 37. Comportamiento de caudal horario 22 de febrero.....	72
Figura 38. Punto de muestreo. Zona cárcamo.....	75
Figura 39. Disponibilidad de terreno para instalación.....	79
Figura 40. Disponibilidad actual de terreno para instalación.....	79
Figura 41. Diagrama de bloques del sistema propuesto.....	85
Figura 42. Consumo histórico anual de agua período 2012 – 2018.....	87
Figura 43. Plantones de plátano a cargo del Ing. Agrícola de Quicornac SAC.....	91
Figura 44. Plantones de tallo alto y hectáreas de cultivo.....	91
Figura 45. Plantones de limón ácido y guaba.....	92
Figura 46. Plantones de carambola a cargo del Ing. Agrícola.....	92
Figura 47. Cancha de fútbol de planta Quicornac SAC.....	92
Figura 48. Camión cisterna - Municipalidad de Olmos.....	93

Figura 49. Tanque de camión cisterna en Quicornac SAC	93
Figura 50. Vivero de siembra de semilla de mango y maracuyá.	94
Figura 51. Balance de materia sedimentación primaria.	95
Figura 52. Balance sedimentación primaria	97
Figura 53. Esquema del proceso de lodos activados.	98
Figura 54. Esquema del proceso de la mezcla completa.	99
Figura 55. Esquema de flujos para el balance de masa de mezcla completa	100
Figura 56. Esquema de flujos para el balance de masa de mezcla completa	106
Figura 57. Compresor de tornillo.	117
Figura 58. Difusor de burbuja fina.	118
Figura 59. Difusor de burbuja fina.	118
Figura 60. PLC Siemens CPU S7 – 6ESE 2015	126
Figura 61. Llave termomagnética.	126
Figura 62. Caudalímetro IMAG 4700.	127
Figura 63. Válvula de guillotina unidireccional.	128
Figura 64. Electroválvula neumática 5/2.	128
Figura 65. Unidad de mantenimiento.	129
Figura 66. Pantalla HMI.	129

I. INTRODUCCIÓN

Según M. Alcarraz y J. Inche. [1] la preservación de la calidad del medio ambiente significa actualmente uno de los más grandes retos para el mundo durante el Siglo XXI. El creciente desarrollo de la globalización (tecnología), en respuesta a las altas expectativas de vida del hombre junto a un aumento de la densidad poblacional produce una enorme carga al medio ambiente, lo que significa mayores niveles de contaminación.

Específicamente en el Perú, en ciudades donde el desarrollo económico está en crecimiento constante y por ende también el de las industrias, se nota una elevada concentración de contaminación de ecosistemas aledaños (cuerpos naturales de agua) por el vertimiento de efluentes de plantas industriales sin tratamiento previo ni control adecuado en cuanto al volumen. Darle frente al problema planteado no solamente significa establecer controles, supervisión y sanciones a empresas generadoras de efluentes sino también por establecer pautas para investigación, innovación y la presentación de alternativas de las industrias implicadas que puedan factibles y económicas para el tratamiento o reutilización de dichos efluentes.

Según L. Nelson y A. Dasgupta [2] el sector agroindustrial (alimenticio) es aquel cuya finalidad es la elaboración de bienes comestibles para el consumo humano o animal. Una de las industrias más relevantes dentro del sector son las fábricas manufactureras de conservas. Los procesos productivos de este tipo de industria normalmente consisten en algunas de las siguientes fases: productos derivados de fruta mala, agua de proveniente de la desinfección de la materia prima, aguas condensadas y refrigeradas, aguas de transporte del producto, agua de limpieza semanal de maquinaria, agua con carga orgánica de fruta, derrame de tanques o cisternas y parte no utilizable del producto.

Provenientes de estos procesos se generan aguas residuales, tales vertidos se les clasifica según el producto que elaboran, la temporada a la que corresponde su cultivo, y su situación geográfica, puesto que los períodos de cosecha y elaboración de los tres principales grupos de alimentos: verduras, frutas y cítricos, son cortos.

Los parámetros de los vertidos de estos productos alimenticios son extremadamente variables. La DBO puede ser tan baja como 100 ppm o tan elevada como 100.000 ppm. Los sólidos en suspensión, casi completamente ausentes en algunos vertidos, se encuentran en otros en concentraciones altas. El vertido puede ser muy alcalino (pH 11,0) o muy ácido (pH 3,5). Así mismo, el volumen de agua residual vertida a cuerpos naturales puede ser mínimo en algunas fábricas, pero que también puede llegar hasta miles de m³ por día en otras.

Quicornac SAC– Planta Olmos, Perú es una agroindustria que tiene origen en tierras suizas y ecuatorianas, la cual se dedica la producción y exportación de jugos, purés, bebidas y concentrados de frutas específicamente mango y maracuyá. Tales productos requieren grandes cantidades de agua para su producción, para ello cuenta con la autorización para la explotación un pozo a tajo abierto pagando por tal derecho una retribución económica.

Las aguas residuales resultantes de los procesos manufactura en Quicornac SAC actualmente pasan por un sistema de tratamiento preliminar para poder cumplir los valores de D.S. N°021-2009-VIVIENDA Valores Máximos Admisibles (VMA) según los parámetros de la CIU 1030 “Elaboración y conservación de frutas”.

Como parte del monitoreo ambiental semestral estipulado, Quicornac SAC evalúa la calidad del agua residual bajo una caracterización físico-química. A partir de los resultados se llegó a la conclusión de que la empresa cumple con los Valores Máximos Admisibles del D.S. N°021-2009-VIVIENDA sin embargo diversos organismos (*Moncada Inspec E.I.R.L.*, *OEFA* y *SPENA Group*) dieron recomendaciones para que se establezca metas para la disminución del uso de recursos (agua y energía), porque si bien es cierto cumple con los parámetros establecidos por las normativas, la cantidad de agua consumida (172 185,3 m³/año) y vertida al drenaje de la ciudad de Olmos es elevado (701.25 m³/día).

El conocimiento del panorama global de la problemática es importante para el desarrollo de la investigación. Según A. Duek [3] en la actualidad, cerca del 70% del agua total consumida, pertenecen a las agroindustrias elaboradoras de conservas de frutas y hortalizas. En ese sentido, se presenta una oportunidad de mejora para poder proponer mediante la siguiente investigación alternativas viables para aprovechar esa agua mediante su reutilización lo que conllevaría una disminución tanto de su consumo y costos, comenzando a hacer a Quicornac SAC medioambientalmente sostenible

El principal problema es que la Agroindustria Quicornac SAC no establece planes de mejora en la reducción del consumo de agua y la reutilización de la misma en otras actividades de la empresa y esto se ve reflejado en elevados volúmenes de aguas residuales diarias vertidas al drenaje de la Ciudad de Olmos. En ese sentido, se presenta la oportunidad de proponer un sistema viable que permita aprovechar las aguas residuales mediante su reutilización, lo que conllevaría a una disminución del consumo de agua y sus costos. Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta: ¿De qué manera un sistema de tratamiento de aguas residuales permitirá reutilizar el agua residual y reducir los costos sobre el consumo de agua en la Agroindustria Quicornac SAC.? , para lo cual se planteó el siguiente objetivo principal de la investigación: proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización y reducción de costos sobre el consumo de agua; así mismo también se formuló como objetivos específicos: realizar el diagnóstico del proceso productivo y las aguas residuales generadas, realizar una caracterización físico-química de las mismas y determinar el tratamiento idóneo, diseñar el sistema de tratamiento y finalmente realizar análisis costo - beneficio de la propuesta.

Con esta propuesta se reducirá el consumo de agua subterránea, reutilizando la misma en el riego de vegetales de tallo alto y bajo en plantaciones de Quicornac y viveros fomentando de esta manera la siembra de maracuyá y mango en el sector. Así mismo, se realizará un bien social donando el agua a diversos organismos.

De igual manera, Quicornac tomará conciencia de la importancia y de lo provechoso que es reutilizar el recurso agua en otras actividades convirtiéndose en medioambientalmente sostenible.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Según J. Chalen, M. Peñafiel y A. Saltos [4] en su investigación *“Eliminación de la materia orgánica e inorgánica presentes en el agua residual de una industria de pulpa de fruta”* indica que conscientes de las necesidades y garantías con las cuales se debe llevar a cabo toda actividad industrial, dentro de un marco de sostenibilidad con el medio ambiente que minimice cualquier efecto importante en contra del entorno se presentó la investigación que se realizó a partir de los requerimientos existentes en la Agroindustria Extractora de Conservas de Frutas, en lo que concierne al cumplimiento del vertimiento de sus efluentes acorde con la normativa Ministerio del ambiente de Ecuador y su posterior reutilización según TULSMA (Texto unificado de la legislación secundaria del ministerio del ambiente – Ecuador). Los procesos productivos de estas agroindustrias utilizan constantemente grandes volúmenes de agua potable que posteriormente se transforman en aguas residuales. La metodología que se aplicó fue una tratabilidad a escala experimental empleando un tratamiento primario de sedimentación, utilizando catalizadores enzimáticos acelerando el proceso de degradación de la materia orgánica, un tratamiento secundario (lodos o fangos activados) mediante un reactor biológico y sedimentador, finalmente un tratamiento terciario (lecho de grava de arena y carbón activado) y desinfección. Los resultados de la investigación concluyeron que debido a la carga orgánica que presentaba el agua residual requirió de un tratamiento primario para minorar la carga contaminante. Posteriormente, mediante la aplicación de un tratamiento secundario (lodos o fangos activados mediante inyección de aire) se degradó la materia orgánica obteniendo un efluente chocolateado con un porcentaje de remoción en DQO del 82 %, DBO del 77,6 % y aceites y grasa 63,2 %. Finalmente, para eliminar el color y la turbiedad se aplicó un tratamiento terciario mediante lecho de grava de arena y carbón activado y desinfección, obteniendo un efluente dentro de los límites permisibles para descarga a un cuerpo de agua según el Ministerio del Ambiente de Ecuador y que también servía para posterior reutilización según TULSMA.

Según Adrián Llana González [5] en investigación titulada *“Tratamiento de aguas residuales en la industria de zumo de manzana”* indica que la generación de efluentes en el sector agroindustrial de extracción de frutas tiene elevado impacto en la naturaleza como consecuencia del elevado volumen de agua consumida y vertida; se estima que entre el 70 - 80% del consumo de agua se vierte en forma de aguas residuales con contenido de materia orgánica y sólidos en suspensión. El proyecto se presentó en una agroindustria productora de concentrado de manzana. En este sector, el recurso agua es indispensable para el desarrollo de las actividades diarias. La producción de efluentes de la agroindustria es de 200000 m³/año, siendo su origen en cuatro procesos: eliminación de cáscara y semillas del fruto, extracción del concentrado, pasteurización y en la concentración de la pulpa. El objetivo fue diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para la fábrica. Como un aspecto metodológico para el estudio se definió un muestreo de los de los parámetros físico químicos de los efluentes (DBO⁵: 2500 mg/L, DQO: 5500 mg/L, SST: 440 mg/L). Posteriormente, se propuso un sistema de desbaste (mediante rejillas - tamiz) para separar sólidos diversos, decantador primario con el fin de disminuir la cantidad de sólidos suspendidos presentes en el agua residual, tratamiento aerobio - fangos activados mediante decantadores para la separación de los fangos del agua tratada (recomendado por la Comisión Europea de Industria Alimentaria) para una mayor reducción en los niveles de materia orgánica, tratamiento terciario de desinfección por laguna de maduración teniendo como primordial la eliminación de bacterias

patógenas. Los resultados de la investigación concluyeron que el agua después de su tratamiento en la planta obtuvo porcentaje de remoción en DQO del 99,78 % (4,2 mg/L), DBO del 99,83 % (11,6 mg/L) y SST del 99,09% (4 mg/L) presentándose en valores que están por debajo de los niveles límite de emisión a cauce público, establecidos en el Real Decreto 1/2001.

Según J. Reyes et. al. [6] en su investigación **“Comparación de dos tipos de llenado para la remoción de materia orgánica en un efluente alimenticio usando un reactor por carga secuencial”** indica que la industria alimentaria representa una amenaza para el entorno del medio ambiente debido a su consumo excesivo del recurso agua en sus operaciones y la generación del mismo como residuo. El principal uso que se le da a este recurso conlleva procesos de lavado de frutas y vegetales, limpieza de maquinaria y se caracterizan por tener materia orgánica disuelta. Para reducir estos niveles, se deben abarcar maneras seguras de contemplar su descarga a cuerpos naturales o su reutilización en otras actividades de la industria (riego de instalaciones deportivas, parques, jardines públicos). El objetivo de la investigación fue comparar la eficiencia de remoción de carga orgánica de un efluente proveniente de una agroindustria mediante un reactor discontinuo secuencial. Para ello, se realizó una caracterización físico química del efluente considerando los siguientes parámetros: pH (4,5), DQO (5 220 mg/L), DBO (5210 mg/L) y SST (2 540 mg/L). Posteriormente para tratar el agua se empleó un reactor de carga secuencial cilíndrico (SBR) conformándose por 30% lodo activado y 70% efluente bruto ejecutándose mediante dos tipos de llenado estático (T1) y aireado (T2). Al reactor se le inyectó oxígeno y se agitó mecánicamente. El tratamiento se ejecutó en cinco etapas: llenado, reacción, sedimentación, descargar y purga. Los resultados de la investigación concluyeron que ambos llenados permitieron elevados porcentajes de remoción de materia orgánica T1: 90,5% y T2: 85,5% (DBO y DQO) logrando un efluente bajo parámetros que puedan ser vertidos a cuerpos naturales cumpliendo la normativa venezolana, evidenciando de esta manera que los reactores de carga secuencial cilíndrica son viables en lo que se refiere remoción de parámetros, así mismo por su gran flexibilidad y adecuación a las características del efluente a tratar

De acuerdo con M. Alcarraz y J. Inche [1] en su investigación **“Tratamiento de efluentes de una planta procesadora de frutas”** indica la presencia de un aumento en los niveles de contaminación ambiental de los ecosistemas aledaños a plantas elaboradoras de conserva de frutas por el vertimiento de sus efluentes industriales sin tratamiento previo, ni adecuado control en fábricas agroindustriales, puesto que en su mayoría de estas, no tomaron en cuenta un sistema adecuado de gestión de sus aguas residuales en el momento de construcción de la planta. El objetivo de la investigación fue tratar los efluentes de la procesadora de frutas, mediante la remoción de carga orgánica y reducción de los niveles turbidez; con la finalidad de lograr una disminución en el contaminante del agua residual a valores permisibles de vertimiento según normativa aplicable actual peruana, y así como también lograr su reutilización en diversas actividades. Como un aspecto metodológico durante la investigación se caracterizó fisicoquímicamente los efluentes en el cual se determinó de pH (4,81) sólidos suspendidos totales (3170 mg/L), y DBO (5 084 mg/L). Posteriormente se procedió a la disminución de la carga orgánica a través de procesos fisicoquímicos (coagulantes): sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ y el polycat CS-5460 (Policloruro de Aluminio) mediante el tratamiento primario de coagulación – floculación y sedimentación ejecutándose de manera experimental en un Laboratorio de Biotecnología y Microbiología UNMSM. Los resultados de la investigación concluyeron las aguas residuales de la fábrica procesadora de frutas contienen un elevado nivel contaminante, esto debido a la carga orgánica, y que mediante la aplicación del coagulante orgánico polycat CS-5460 (el cual se presenta como el más

eficiente) se remueve la turbidez en un 98,1%, se reduce el DBO en 96,58%, logrando con ello, recuperar el recurso agua para diversas actividades de la empresa siendo: etapa de lavado y desinfección de la materia prima, lavado de maquinaria y diversos equipos de planta. Con esto se redujo el consumo de agua y por ende los costos del proceso. La materia orgánica retirada del agua residual, luego del tratamiento de coagulación- floculación y sedimentación serían destinadas a un proceso de compostaje en áreas verdes de la empresa.

De acordo com C. Leite et. al [7] na sua pesquisa "Caracterização e tratamento de efluentes da indústria de conservas de cogumelos em Portugal" indica que os agronegócios geram grandes quantidades de águas residuais através dos seus processos diários que realizam. Uma grande parte dos volumes utilizados vai desde a recepção de cogumelos, lavagem de frutas, pasteurização até a obtenção do produto final. Juntas, essas etapas contribuem para a formação de efluentes, com altos teores de matéria orgânica, turbidez e sólidos suspensos. Especificamente, a agroindústria conserveira de cogumelos utiliza o recurso hídrico em etapas como a lavagem e a desinfeção, que conseqüentemente gera águas residuais que exigem tratamentos prévios antes de serem despejadas em corpos naturais. Como metodologia, foi definida uma amostragem de parâmetros físico-químicos dos efluentes em 4 pontos da planta: lavagem e desinfeção, obtenção de conservas, lavagem dos recipientes e ponto de encontro dos três efluentes citados: pH (4,4), sólidos suspensos totais (197 mg / L), turbidez (145 NTU), demanda química de oxigênio (259,82 mg / L), demanda bioquímica de oxigênio (280 mg/L). Como procedimento experimental, num primeiro passo do efluente bruto foi submetido a um tratamento biológico aeróbico por lamas activadas reactores biológicos dois aeróbica cilíndricos que foram constantemente agitadas e arejadas por um difusor de bolhas de ar. Em um segundo estágio, o efluente foi submetido a um processo de coagulação-floculação (sulfato de alumínio e cloreto férrico). Uma vez obtidos os resultados, concluiu-se que o efluente objeto do estudo é biologicamente biodegradável ($DBO^5/DQO = 0,42$). Desta forma, a aplicação dos processos permite uma redução da demanda química de oxigênio (DQO) maior que 90% após 48 horas.

Según C. Leite et. al. [7] en su investigación "***Caracterización y tratamiento de efluentes de la industria conserveira de champiñones en Portugal***" indica que las agroindustrias son generadoras de grandes cantidades de aguas residuales a través de sus procesos diarios que ejecutan. Gran parte de los volúmenes utilizados van desde recepción de champiñones, lavado del fruto, pasteurización hasta la obtención del producto final. En conjunto estas etapas contribuyen a la formación de los efluentes, con altos niveles de materia orgánica, turbidez y sólidos en suspensión. Específicamente la agroindustria conserveira de champiñones utiliza el recurso agua en etapas como lavado y desinfección, lo cual consecuentemente genera aguas residuales que requieren tratamientos previos antes de ser vertidas a cuerpos naturales. Como metodología se definió un muestreo de parámetros físico químicos de los efluentes en 4 puntos de la planta: proceso de lavado y desinfección, obtención de la conserva, lavado de envases y el punto de encuentro de los tres efluentes mencionados: pH (4,4), sólidos en suspensión totales (197 mg/L), turbidez (145 NTU), demanda química de oxígeno (259,82mg/L), demanda bioquímica de oxígeno (280mg/L). Como procedimiento experimental en una primera etapa el efluente bruto fue sometido a un tratamiento biológico aerobio por lodos activos en dos reactores biológicos aeróbicos cilíndricos los cuales fueron constantemente agitados y aireados mediante un difusor de burbujas de aire. En una segunda etapa el efluente fue sometido un proceso de coagulación-floculación (sulfato de aluminio y cloruro férrico). Una vez obtenido los resultados, se concluyó que el efluente objeto de estudio es biológicamente biodegradable ($DBO_5/DQO= 0,42$). De este modo, la aplicación de los

procesos permite una reducción de la demanda química de oxígeno (DQO) superior al 90% después de 48 horas.

Según A. Duek [3] en su investigación *“El agua en las industrias alimenticias de Mendoza (Argentina): estimación de los requerimientos hídricos y la potencialidad de reúso agrícola”* indica que todo lo conocido con respecto a los usos del recurso agua actual y futuros conforma información decisiva para la toma de decisiones en lo que se refiere a la distribución del agua. El objetivo del proyecto fue estimar el volumen del recurso agua requerida por fábricas alimenticias de Mendoza (Argentina) y conocer la potencialidad del aprovechamiento para riego de plantas de tallo alto y bajo de los efluentes generados por las mencionadas industrias. Como metodología se trabajó en información recolectada de diversos organismos del sector. Se recurrió a diversas fuentes de información secundaria, ya sea nacional como internacionales. Los resultados de la investigación concluyeron que en la industria conservera de frutas se requiere un promedio de 18 l de agua por kg de materia prima procesada, así mismo, aproximadamente el 51,39% del agua total consumida en Mendoza corresponde a las industrias elaboradoras de conservas de frutas, 18,95% a las conserveras de hortalizas, el 16,28% a bodegas de vino, el 7,97% a embotelladoras de agua procesada, y el porcentaje restante abarca los consumos de las industrias olivícola, cervecera y de gaseosas. Es importante también mencionar, que las industrias alimenticias de Mendoza presentan una elevada estacionalidad en sus procesos durante el año, esto se debe a la disponibilidad variada por temporadas de frutas u hortalizas. Consecuentemente, sus aguas residuales también evidencian una elevada estacionalidad. Estos se caracterizan por contener una gran cantidad de materia orgánica. Por otro lado, también se estimó un volumen total de efluente de 16,27 hm³, donde el 54,3% corresponde a las industrias elaboradoras de conservas de frutas. Cabe precisar que cualquier uso de efluentes industriales para riego de vegetales de tallo alto y bajo, debe abarcarse mediante un proyecto técnico especializado (también llamado diseño del sistema) que contemple: el estudio paramétrico de la calidad del agua del efluente para riego, y el balance de parámetros.

Según P. Malacataus, B. Guerrero y G. Llerena [8] en su investigación *“Generación de efluentes en el proceso de extracción de aceite crudo de Palma en el Ecuador”* indica que la generación de efluentes de la industria extractora de aceite de Palma en Ecuador no está cuantificada en lo que se refiere a su vertimiento en cuerpos naturales de agua. La investigación tuvo como objetivo establecer un valor con relación a la cantidad de aguas residuales generadas y la cantidad de materia prima procesada con el fin de generar conciencia para establecer un consumo racional del recurso agua. Como metodología se aplicó la recolección de datos de cinco plantas extractoras de aceite crudo de palma ubicada en el Ecuador a partir de visitas técnicas, data histórica de consumo de agua mensual y producción, medición de caudal en puntos de vertimientos o sistema de tratamiento de aguas residuales para posteriormente analizar la data estadísticamente. Los resultados de la investigación concluyeron que las etapas del proceso productivo que generan un mayor volumen de efluentes son la esterilización y extracción considerándolas como PCC para un uso sostenible del agua. Así mismo, los resultados indicaron que en Ecuador se produjo 2 823 180 TM de fruta de palma, lo que generó 2 371 471,2 m³ de efluentes.

Según I. Virto, P. Bescansa. M. Imaz y A. Enrique [7] en su investigación *“Riego con aguas residuales de la industria agroalimentaria y calidad del suelo en el valle del Ebro en Navarra, España”* indica que el aprovechamiento para el riego de campos, plantas con aguas residuales proveniente de agroindustrias procesadoras de frutas y hortalizas es viable en la actualidad. En la investigación presente se estudió la caracterización de las aguas residuales,

en comparación con el agua convencional de riego, así como las consecuencias de aplicar diversas proporciones de agua residual tratada, dentro de las dosis de riego diarias programadas, en el suelo en un periodo de 4 años. El objetivo de este proyecto fue evaluar la calidad del suelo en tres terrenos experimentales ubicadas en el valle del Ebro, España, en las que se aplicaron, proporciones diferentes de aguas residuales procedentes de tres plantas procesadoras de conservas de fruta y hortalizas. Como metodología se eligió suelos agrícolas en tres lugares cercanos a plantas procesadoras: Villafranca- N°1, Villafranca – N° 2 y Valtierra N°3. Una vez definidas y ubicadas las parcelas se aplicó igual proporción total de agua de riego (según los requerimientos de los cultivos), con proporciones variables de agua residual reutilizada. Los resultados de la investigación concluyeron que no existió variación en cuanto a la calidad del cultivo o implicaron una pérdida de calidad del suelo en esta zona, lo que afirma que, con los tratamientos y cuidados sanitarios adecuados de este tipo de prácticas, el uso del agua residual proveniente del sector agroindustrial no representa riesgos para la calidad del suelo. Su utilización para el regadío podría contribuir a una producción agrícola más eficaz y a la puesta en riego de una superficie importante en la región.

2.2. Bases Teórico Científicas

2.2.1. Aguas residuales

Según OEFA [8] se considera a aquellas cuya composición original ha sido variada por actividades propiamente humanas, y que, debido a esto, necesitan un tratamiento previo a su vertimiento a cuerpos naturales, alcantarillado o reutilización.

2.2.2. Clasificación de las aguas residuales

Actualmente existen 3 tipos de aguas residuales, las cuales se describen a continuación:

- a) Aguas residuales industriales:* Aguas resultantes de la ejecución de procesos productivos proveniente de diversas fábricas que pertenecen a diversos sectores industriales: minería, agroindustria, etc.
- b) Aguas residuales domésticas:* Aguas resultantes de la ejecución de actividades residenciales y comerciales (actividades humanas) que regularmente contienen desechos fisiológicos, a las cuales deben darse una disposición final adecuada.
- c) Aguas residuales municipales:* Aguas resultantes de actividades domésticas, y que, en veces, puede estar mezclada con aguas residuales industriales que han sido previamente controladas y tratadas. Es vertida al sistema de drenaje.

2.2.3. Aguas residuales industriales en el sector Agroindustrial

Según J. Picazo [10] al abordar la gran problemática que se desprende de la descarga de aguas residuales de las industrias, un punto importante a considerar, es su estacionalidad en las actividades diarias que ejecutan. En ese sentido, esto genera elevados volúmenes en cortos períodos de tiempo, lo que ocasiona impactos muchos mayores si se considerara constante a lo largo del transcurso del año, como es que ocurre en diversos sectores industriales.

Las aguas residuales generadas en las agroindustrias están compuestas por elevadas concentraciones de carga orgánica, sólidos en suspensión, así como la escasa presencia de contaminantes peligrosos.

2.2.4. Tratamiento de aguas residuales

Según Ministerio del Ambiente – SINIA [11] se consideran sistemas de tratamiento de aguas residuales a aquel conjunto de operaciones que involucran procesos físicos, químicos y biológicos, que se aplican con el objetivo de remover cargas contaminantes y limpiar las aguas residuales hasta un nivel de calidad necesaria para poder verterlas o darle un aprovechamiento mediante su reutilización.

2.2.4.1. Técnicas convencionales de tratamiento

Sistema de tratamiento de agua preliminar:

Según R. Isla [12] encargada principalmente en la separación de los sólidos gruesos (cáscaras, semillas, pepas), así mismo, eliminación de sólidos, materias, cuerpos y otros similares de tamaño grande y mediano los cuales podrían obstaculizar, deteriorar o bloquear los equipos mecánicos y consecuentemente obstruir el paso normal del agua durante el tratamiento del sistema total. En esta 1° etapa del sistema de tratamiento de aguas se efectúa el desbaste para eliminar sólidos de tamaño grande, el tamizado para las partículas de suspensión en manera general y la remoción de grasas y aceites para la eliminación de esta en el agua residual (ver tabla N°01).

A. Desbaste: Objetivo eliminar y proteger al sistema de una potencial filtración de cuerpos no deseables de gran proporción lo cual puede complicar el funcionamiento normal y operativo posterior. Estos cuerpos son eliminados mediante un sistema de rejas, barras, tamices o varillas. Siendo los más comunes las rejas de barras y el tamiz.

a) Tamiz: Objetivo la disminución de la carga del contenido de sólidos de cualquier tamaño (generalmente más pequeños) presentes en las aguas residuales, a través del paso del agua por ranuras o sistema de rejillas finas. Pueden ser de tipo tamices gruesos y finos. Los cuerpos no deseables retenidos en las rejas o tamices se les denomina coloquialmente “basuras”, es así como, consecuentemente mientras menor sea o más angosto sea el orificio libre de la rejilla, mayor será la cantidad de basura eliminada.

- Tamices gruesos: dimensiones de paso de luz > a 3,2 mm.
- Tamices finos: dimensiones de paso de luz entre 0,25 – 3,2 mm.

b) Desarenado: Tiene por objetivo eliminar partículas granuladas de una formación sedimentaria > a 200 micras, con el fin de disminuir el margen de que se produzca una sedimentación no deseada en los canales o bases del sistema, para así proteger a los equipos. Existen los siguientes tipos: flujo horizontal, de diseños rectangulares o cuadrados; aireados, y de vértice.

c) Desengrasado y desaceitado (remoción de grasas y aceites): En la industria de elaboración y conservación de frutas, las aguas residuales se componen en parte de materia orgánica (carga), sólidos en suspensión, aceites y grasas.

Este proceso denominado desengrasado tiene por objetivo reducir la carga contaminante de estas sustancias que podrían obstaculizar el paso del agua residual y consecuentemente afectar los procesos de tratamiento siguientes.

Para lograr ello, comúnmente se inyecta aire con el objetivo de ocasionar el ascenso de las grasas hacia la superficie, de donde posteriormente se extraen por con algún equipo de recogida superficial, normalmente raquetas, para acabar en cilindros de segregación.

Tabla 1. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua preliminar

Operación	Características generales	Elementos/componentes eliminados	Rendimiento %
Tamices			
<i>Rejillas gruesas con separación de orificios de 15 mm o más</i>	Las “basuras” de tamaño grande consisten en desechos tales como piedras, ramas, trozos de chatarra, papel, raíces de árboles, pasticos, así como también se puede separar materia orgánica (pepas, cáscaras).	Basuras, residuos sólidos gruesos, materia orgánica (pepas de diversas frutas y vegetales, cáscaras, semillas)	Residuos sólidos gruesos: entre 5% - 20 %
<i>Rejillas finas con separación de orificios de 15 mm o más</i>	En comparativa con los residuos gruesos, presenta mayor existencia de materia orgánica sensible a la putrefacción como grasas y espumas por lo cual se requiere manejar las “basuras” adecuadamente.	Materia orgánica (sólidos en suspensión), sólidos gruesos en menor tamaño, grasas, espumas y tierra.	DBO - DQO 10% Grasas entre 2% -3% Sólidos Suspendidos 5%
Remoción de grasas y aceites			
Proceso mediante el cual se eliminan grasas, aceites, espumas que podrían obstruir los procesos de tratamiento posteriores.		Aceites y grasas, espumas	Aceites y grasas 85% DBO 28% DQO 15%, SST 15%

Fuente: R. Isla [12]

Sistema de tratamiento de agua primario

Según R. Rojas [13]:

Conjunto de procesos que cumplen con el objetivo de remover y disminuir la carga de sólidos suspendidos, bien sea mediante por diferentes fases: sedimentación, coagulación – floculación. Se hace mención que para llevar a cabo tales operaciones es necesario aplicar un sistema de tratamiento preliminar como los descritos en la Tabla N°01 para así disminuir la carga de algunos compuestos o elementos hasta parámetros que permitan al sistema actuar operatividad normal y constante.

Es de aquí donde resalta la importancia de los tratamientos primarios para todo sistema que se quiere implementar, pues su eficaz operatividad depende en gran parte que todo el sistema complementario reduzca eficientemente la carga contaminante total que tienen las aguas residuales provenientes de cualquier proceso (Ver tabla N°02).

a) Decantación o sedimentación:

Una proporción de la carga contaminante suspendida en los efluentes industriales no se pueden remover ya sea por su gran finura en el tratamiento de agua preliminar o primario, es por ello por lo que se necesita de procesos complementarios como la sedimentación que es la remoción de la carga de sólidos suspendidos por efecto de la gravedad presentes en el agua residual. Se procede a realizar disminuyendo la velocidad con la que circula las aguas residuales, y es de esta manera que el movimiento es menos perturbado permitiendo así a las partículas depositarse en el fondo base del sedimentador. Es así, que se tiene una porción de agua con menos carga contaminante y en el fondo sedimentado unos denominadas “lodos”. Comúnmente esta sedimentación es efectuada en tanques circulares o rectangulares (depende del volumen a tratar) y se caracterizan por ser de gran tamaño a comparación de otros procesos. Como ya se mencionó, después del proceso de sedimentación se obtienen dos productos: un agua clarificada y un decantado (lodo o fango primario).

b) Floculación – coagulación:

Los efluentes industriales provenientes de agroindustrias presentan una gran cantidad de sólidos suspendidos en su mayoría orgánicos. Entre estos sólidos suspendidos existen fragmentos de estos que son difíciles de remover mediante una sedimentación puesto que los períodos de retención son excesivos por lo cual son poco efectivos.

El proceso de coagulación – floculación otorga la posibilidad el retiro de los sólidos suspendidos y de las partículas coloidales orgánicas. Esto se desarrolla a través de dos mecanismos:

- **Floculación:** Tránsito y transporte de partículas coaguladas para generar colisión entre las mismas fomentando su aglomeración.
- **Coagulación:** Desestabiliza los sólidos en suspensión ocasionadas por la agregación de un reactivo químico denominado coagulante. Los coagulantes que se usan más comúnmente son: alumbre, cloruro férrico, sulfato férrico, cloruro ferroso, sulfato ferroso, cal.

En general, la coagulación – floculación se efectúa en los equipos en donde tiene desarrollo la sedimentación, agregando inicialmente el coagulante en la entrada.

Sistema de tratamiento de agua secundario:

Según R. Isla [12]:

También denominado de tipo biológico, en el cual se utilizan bacterias que se alimentan con la materia orgánica contaminante (la cual se encuentra disuelta o en forma coloidal), por lo que está se convierte en las propias células de dichos microorganismos degradándose. Comúnmente se realizan en reactores biológicos (inyección de aire).

Tabla 2. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua primario

Operación	Características generales	Elementos/componentes eliminados	Rendimiento %
Sedimentadores o decantadores			
<i>Tanques sedimentadores</i>	La eficiencia de la remoción se relaciona con el tiempo destinado para la sedimentación, requiere un área extensa dependiendo del volumen a tratar, su costo es bajo.	Arenas, sólidos en suspensión.	DBO (35%), DQO (40%), Sólidos en suspensión (53%), sólidos sedimentables (65%), aceites y grasas (25%), Coliformes termotolerantes (40%),
Coagulante - floculante			
Floculante Coagulante	<p>Ventajas:</p> <p>Alta disponibilidad, bajo costo, flexibilidad de uso especialmente en aguas con abundante carga orgánica, rendimiento relacionado con de agitación. Los coagulantes químicos son fáciles de conseguir.</p> <p>Desventajas:</p> <p>Generación de lodos para los cuales se les debe dar un tratamiento adicional.</p>	Sólidos suspendidos, coloides orgánicos	Materia total suspendida 80% al 90% DBO ⁵ 40% al 70% DQO 30% al 40%

Fuente: Según R. Rojas [13], M. Eddy [14].

Los procesos biológicos utilizados para este fin se clasifican tanto anaerobios y *anaerobios*, diferenciándose en cuanto a la demanda de oxígeno que requiere uno y el otro no. En estas reacciones se produce la síntesis celular de los microorganismos, con lo cual crecen y se forman nuestras bacterias, generando una biomasa en forma de lodos o fangos. (Ver tabla N°03 y N°04).

A. Procesos aeróbicos:

La materia orgánica se degrada (es decir se transforma en especies oxidadas simples, y da lugar a la formación de nuevos microorganismos).

Los reactores biológicos más usuales dentro del primer tipo son los de fangos o lodos activados y las lagunas de estabilización, mientras que dentro del segundo destacan los percoladores, biocilindros y biodiscos y los de lecho de turba.

a. Lodos activados:

Tiene el objetivo de asimilación y floculación por bacterias de materia orgánica disuelta, pero para ello requiere en parte poner a contacto los microorganismos con materia orgánica y por otra suministrar el oxígeno necesario para la respiración de las bacterias y la oxidación de la materia orgánica. (Inyección de aire – mediante difusores).

Opera con la biomasa suspendida en el agua residual y está formado por un estanque (depósito o tanque) en el que se induce un cultivo de bacterias disperso en forma de flóculos al que llega el agua residual.

Como ya se mencionó, ha de aportarse una corriente constante de oxígeno a fin de que las bacterias puedan disponer del oxígeno que requieran, y así mantener el conjunto en agitación para homogeneizar los lodos en el agua e impedir que sedimenten. Al cabo de un tiempo mezcla, el agua se envía a un tanque de sedimentación, donde se la deja reposar por un período de tiempo en ausencia de materia orgánica, por lo que se dice que los lodos “se activan” pues para sobrevivir necesitan una materia orgánica de la que carecen.

Es allí que los lodos van sedimentando, con lo que, en la parte superior, queda agua depurada. Una fracción de los lodos sedimentados se recircula al depósito de aireación para mantener la concentración necesaria de microorganismos.

El sistema de lodos activados es actualmente el más común de los sistemas de tratamientos secundarios. Consta de dos unidades básicas independientes que son el reactor de aireación y el depósito de sedimentación.

Las ventajas de este proceso es el corto intervalo (tiempo) de residencia de la biomasa logrando así tratar grandes volúmenes en espacios reducidos y la eficiencia en la extracción de las materias orgánica suspendida. R. Isla [12]

b. Lagunas de estabilización:

Son depósitos de poca profundidad, de menos de 1m. en los que se dejan las aguas residuales unos días (no más de 10). La luz del sol, al penetrar en toda la masa acuosa

da lugar a una gran producción de algas y microorganismos capaces de llevar a cabo la degradación aerobia de la materia orgánica de las aguas.

B. Procesos anaeróbicos:

Presenta las siguientes fases: Primeramente, determinados tipos de materia orgánica, son degradados por grupos de bacterias a compuestos orgánicos más sencillos. Sobre estos vuelven a actuar otros grupos de gases, que los siguen degradando hasta llegar a gases.

Como productos finales se obtiene el biogás (mezcla gaseosa rica sobre todo en metano y dióxido de carbono).

Los reactores en los que se lleva a cabo se denominan generalmente digestores. En todos ellos la biomasa activa, es decir, los microorganismos vivos, se retiene dentro del reactor.

- a. **Biomasa no adherida:** Los más utilizados son los digestores de contacto en los que los lodos generados recirculan mediante una sedimentación externa en un decantador próximo pero independiente del reactor.
- b. **Biomasa adherida:** Se encuentra el subgrupo de lecho fijo, que emplean un material inerte con el que se rellena el reactor y al que la biomasa se adhiere.

Tabla 3. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua secundarios

Operación	Características generales	Elementos/componentes eliminados	Rendimiento %
Lodos activados.			
Lodos activados	<p>Ventajas:</p> <p>Funcionamiento sencillo, alta eficiencia de remoción, área pequeña requerida, producción de olores mínima, lodos residuales pueden ser reusados.</p> <p>Desventajas:</p> <p>Altos costos por obra civil, problemas con almacenamiento de lodos residuales, altos costos operacionales</p>	Materia orgánica y separación de sólidos	<p>DQO 95%</p> <p>DBO₅ 85%</p> <p>Sólidos suspendidos totales 85 %</p> <p>Nitrógeno 15 – 30%</p> <p>Fósforo 10 – 25%</p> <p>Aceites y grasas 60 – 65%</p> <p>Coliformes termotolerantes 85%</p>

Fuente: R. Isla [12], M. Eddy [14]

Tabla 4. Ventajas y desventajas del tratamiento secundario anaeróbico y aeróbico

Tratamiento	Ventajas	Inconvenientes
AERÓBICO	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos mejor conocidos. - Mayor rendimiento de depuración. - No es necesario aumentar la temperatura. - Permite la nitrificación simultánea. - Lodos secundarios sin olor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aporte continuo de oxígeno (mayores costos energéticos) - Mayor necesidad de nutrientes - Producción de gran cantidad de olores.
ANAERÓBICO	<ul style="list-style-type: none"> - Admite aguas residuales con mayor carga orgánica. - Costes de operación más bajos. - Menor producción de lodos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores costos de inversión inicial. - Arranque más lento. - Necesidad de mayores tiempos de residencia en el reactor.

Fuente: R. Isla [12], M. Eddy [14]

Sistema de tratamiento de agua tratamiento terciario:

Según M. Rossi [15]:

También conocido como “tratamiento avanzado”, es un conjunto de procesos determinados para alcanzar una calidad de agua residual superior al de los tratamientos convencionales descritos con anterioridad. Su aplicación comúnmente obedece a la finalidad de disposición que se desea dar a los efluentes tratados. Tiene como objetivo remover materia orgánica resultante como: fósforo y nitrógeno, suprimir olores y eliminar colores no deseados, reducción de la carga DBO – DQO (ver tabla N°06).

a) Filtros de arena:

Se usan para remover concentraciones de sólidos en el agua. El equipo se compone de un depósito cilíndrico vertical en que están contenidos los componentes filtrantes, generalmente arena, así como válvulas, instrumentación, etc. En el fondo del depósito existe un espacio vacío para evacuación del filtrado y alimentación de los fluidos del lavado del lecho, solamente agua o bien agua y aire. Una placa soporta el lecho filtrante que puede ser arena o arena antracita.

La arena debe cumplir con las siguientes características: ser de gran dureza con la finalidad de evitar coágulos que atascarían superficialmente el filtro, elevada densidad para evitar el arrastre durante el lavado de filtro.

b) Cloración o desinfección:

Se entiende por cloración o desinfección la destrucción mayoritaria de las bacterias patógenas. El cloro tiene un efecto de permanencia en el agua residual durante días lo

que es útil para el control de bacterias patógenas. El funcionamiento como desinfectante está basado en su poder oxidante, entra a las células y destruye ciertas enzimas. Además, durante la cloración se puede obtener reducción de DQO.

La efectividad de la desinfección está relacionada con el tiempo de exposición y la composición de toxicidad.

Para agua residual normalmente se acepta 0,5 a 2 mg/l combinado después de 15 minutos de contacto.

La dosis necesaria para alcanzar una concentración de cloro residual depende del tratamiento recibido por el agua antes de la cloración (ver tabla N°05), pues la materia orgánica consume gran cantidad de cloro.

Tabla 5. Dosis de cloro según tipo de tratamiento previo

TIPO DE TRATAMIENTO PREVIO	DOSIS (mg/l)
Efluente de tratamiento primario	20 – 25
Efluente de físico – químico	15 – 20
Efluente de lodos activados	6 – 8
Efluente de filtro de arena	4 – 6

Fuente: M. Rossi [15]

c) **Carbón activado:**

El carbón activo es un producto capaz de fijar por adsorción en su superficie interna y externa moléculas orgánicas.

Se presenta en forma granular o de polvo. Se emplean comúnmente para remover materia orgánica, eliminar olores y sabores que producen los contaminantes.

Características físicas y químicas del carbón activo:

- Material base: Lignito, hulla, turba, madera, cáscara de coco, etc.
- Densidad real: 1,9 gr/cm³
- Densidad aparente: 0,24 – 0,4 cm³
- Tamaño de las partículas: 2 micras en polvo.

El principio de funcionamiento se desarrolla en forma continua o discontinua:

- Continua: Se lleva a cabo en columnas que contienen carbón granulado.
- Discontinua: El carbón activado en polvo se combina con el efluente y se decanta.

Cuando el carbón se mezcla con el agua residual se produce la adsorción de la materia orgánica soluble, la cantidad absorbida es función de:

- Tiempo de contacto, a mayor tiempo más absorción.
- Dosis de carbón, a mayor dosis mejor calidad del agua tratada.
- Tipo de molécula adsorbida.
- A mayor temperatura peor es la adsorción.
- La solubilidad, cuanto menos soluble es una molécula, mejor se absorbe.

El poder absorbente de un carbón viene dado por los fabricantes en función de ensayos estandarizados como el índice de yodo, índice de fenol, etc.

d) Ósmosis inversa:

Se considera una eliminación prácticamente total de las sales disueltas y total de los sólidos en suspensión, debido a esto este proceso es la elección cuando se necesita agua muy pura. La ósmosis inversa elimina del agua más de 99% de todos los minerales disueltos y compuestos orgánicos, así como la bacteria biológica y coloidal en suspensión.

e) Ozonización:

El ozono (O_3) es un fuerte agente oxidante que se ha utilizado en desinfección debido a sus propiedades bactericidas y su potencia para eliminar virus. El principio de la ozonización se basa en la destrucción de bacterias debido a la desintegración de la pared celular.

La oxidación química con ozono es un método efectivo para tratar las aguas residuales, basándose en los siguientes factores:

- El ozono reacciona fácilmente con los productos orgánicos no saturados presentes en las aguas residuales.
- En el tratamiento de las aguas residuales, también se emplea para la eliminación de materia orgánica soluble refractaria, sustituyendo al proceso de adsorción con carbón activo.

Tabla 6. Características generales, componentes eliminados y rendimiento de sistemas de tratamiento de agua terciarios

Operación	Características generales	Elementos/componentes eliminados	Rendimiento %
Tratamiento de aguas terciarios			
Ósmosis inversa	Se utilizan membranas, agua de alta calidad, manejo sencillo, bajo costo de energía, bajo costo de operación	Remueve cualquier tipo de contaminante	DBO y DQO: 50-70 % SS: 30%
Carbón activado	Se usa para refinamiento de aguas residuales, mano de obra baja, inversión baja y es económica	Remueve materia orgánica, aceite.	DBO - DQO: 40 - 60 % SS:30-40%
Ozonización	No requiere productos químicos, no genera lodos, requiere tiempo de contacto, energía y su costo es relativamente alto.	Su rendimiento es alto y genera poca carga orgánica	DBO y DQO: 70-96 %

Fuente:M. Eddy [14], M. Rossi [15]

2.2.5. Metodología para la identificación de los factores ponderados

Según A. Noyola, J. Morgan y L. Guereca [16] la valoración de las tecnologías planteadas para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales es por lo general, una tarea compleja para los responsables de la toma de decisiones en la organización. Tales personas tienen la tarea de tomar una decisión en función de las necesidades legales, económicas, financieras muchas veces con base en argumentos que tienen sesgos. En ese contexto, es necesario apoyar la toma de decisiones con herramientas que permiten realizar comparaciones de manera sencilla y objetiva en base a conocimientos generales sobre los procesos de tratamientos de aguas involucrados en las ofertas.

El método de factores ponderados es una metodología que permitirá a los responsables contar con elementos – factores claros y transparentes para sustentar la decisión. Este método efectúa un análisis cuantitativo – cualitativo en el que se comparan entre sí los distintos factores para conseguir determinar el tratamiento adecuado.

Estructura de pasos para realizar este método:

1. Desarrollar una relación con los factores más importantes dependiendo el contexto de lo que se pretende analizar.
2. Fijar una ponderación (valoración) a cada factor independiente para establecer su nivel de relevancia.
3. Estipular una escala común.

4. Valorar cada factor de acuerdo con la escala propuesta y multiplicar las calificaciones por las ponderaciones.
5. Sumar cada columna, obteniendo el total de la ponderación según cada alternativa.
6. El valor numérico máximo dentro de la evaluación de todas las alternativas es el elegido.

2.2.6. Criterios para la elección del mejor tratamiento

Según S. Seoanez [17] para la elección de un sistema de tratamiento para un vertido residual industrial, lo primero que se debe realizar es un análisis exhaustivo del efluente que va a ser tratado. Para ello, debe estudiarse a fondo el proceso industrial generador del vertido, a fin de poder calcular cuál puede ser la carga máxima de cada contaminante que puede presentar el vertido, así como la regularidad con que cada una de estas especies es vertida al efluente final.

Es muy importante certificar y garantizar la calidad de este análisis, asegurándose de que las muestras estudiadas en el laboratorio corresponden con el efluente que se va a tratar, y que a lo largo de la investigación han sido conservadas correctamente, evitando cualquier riesgo de contaminación externa o degradación no deseada.

Una vez que se conoce la carga contaminada del vertido, se decide el grado de calidad que se desea en el agua tratada. Este punto reviste suma importancia, ya que a partir de esta información se diseñará la estación de tratamiento adecuada para alcanzar el rendimiento que se desea obtener.

Otro aspecto importante para tener en cuenta en todo momento es el presupuesto de que se dispone para llevar a cabo el proyecto. Como es evidente, cuanto mayor sea el rendimiento de la estación depuradora mayor será también su coste; por lo tanto, se debe llegar a una situación de equilibrio coste-rendimiento. A la hora de realizar el presupuesto no se deben dejar de lado aspectos tales como la mano de obra, la compra de productos químicos, la energía necesaria, los gastos de mantenimiento, etc.

A continuación, se mencionan los factores que se tendrán en cuenta en la presente investigación

- Eficacia de remoción de contaminantes por tecnologías.
- Generación y tratamiento de lodos.
- Requerimiento de área.
- Disponibilidad de la tecnología.
- Consumo de energía eléctrica.
- Costos de tecnología (inversión, operación y mantenimiento)
- Producto para su reutilización.
- Operación (flexibilidad, confiabilidad, complejidad, requerimiento de personal, disponibilidad de repuestos)
- Condiciones ambientales (influencia de temperatura, producción de ruido y olores, contaminación visual).

2.2.7. Determinación de la calidad de aguas residuales

Según R. Rojas [13]:

- a) **Métodos fisicoquímicos:** Se basan en el estudio de los factores fisicoquímicos del agua, y se llevan a cabo mediante una toma de muestras con la determinación de sus características físicas y con análisis de sus componentes químicos. Estos métodos dan una información valiosa, pero se refieren únicamente al instante en que se obtuvo la muestra.
- b) **Métodos biológicos:** Se fundamentan en el estudio de las comunidades de animales y de plantas acuáticas.

2.2.7.1. Parámetros de la calidad del agua en las industrias agroalimentarias

Según M. Rossi [15]

a) Indicadores fisicoquímicos:

- **Color:** Según el tipo de proceso sometido en la industria, las aguas residuales alteran su color considerablemente dificultando los intercambios de oxígeno.
- **Olor:** Se debe a la degradación de la materia orgánica presente.
- **Materiales en suspensión:** Las aguas residuales están cargadas casi siempre con materiales en suspensión. Estos materiales, según su densidad y las características del medio receptor, son depositados en distintas zonas de este, produciéndose una contaminación mecánica.
- **Aceites y grasas:** Se encuentran en estado libre ya sea de origen animal, vegetal o mineral. Se miden en mg/L.
- **Temperatura:** Es un parámetro de gran utilidad para calcular los intercambios térmicos que se tiene en el medio analizado.
- **pH:** Mide la concentración de iones hidrógeno en el agua. Un pH elevado indica una baja concentración de iones H^+ , y por tanto una alcalinización del medio. Por el contrario, un pH bajo indica una acidificación del medio.

b) Indicadores de contaminación orgánica:

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** La DBO expresa la cantidad de O_2 necesaria para la degradación de microorganismos en las materias orgánicas. Este indicador se utiliza principalmente en el control del tratamiento primario en las estaciones depuradoras y en evaluar el estado de degradación de los vertidos que tengan carga orgánica.
- **Demanda química de oxígeno (DQO):** Ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse en una masa de agua, captan parte del oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras. Estas necesidades de O_2 se denominan DQO.

2.2.8. Reutilización y reciclado

Según M. Seoanez [18] la reutilización de las aguas residuales se ha intensificado en muchos países, sobre todo para usos industriales y agrícolas. Esta reutilización, que suprime los vertidos directos de residuos a los ríos y lagos, hacen disminuir la contaminación. En la reutilización para que sea segura sanitaria y ambientalmente, es necesario que se depure el agua residual hasta alcanzar las condiciones adecuadas para el uso que se le destina.

1. Uso domiciliario: riego de jardines privados, descarga de aparatos sanitarios, lavado de vehículos.
2. Uso de servicios urbanos: riego de zonas verdes de acceso público, baldeo de calles, sistemas contra incendio.

A continuación, se presentan las exigencias de calidad del agua de para el riego de los cultivos según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Tabla 7. Exigencias de calidad de agua para el riego de vegetales.

Parámetros	Unidad de medida	Riego de vegetales	
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido
FÍSICOS – QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	5	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Potencia de Hidrógeno	Unidad de pH	6,5 – 8,5	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1000	

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM [L1]

2.2.9. Muestreo de aguas residuales

Según el Ministerio del Medio ambiente [11] los vertidos industriales debido a su variabilidad en su composición necesitan un estudio individual el cual es el muestreo.

Muestreo simple: Es aquella que se realiza una sola vez. Representa las condiciones se ese preciso momento y lugar y se utiliza cuando la composición del agua residual es constante a lo largo del tiempo.

- Debe realizarse en un lugar donde el agua residual corra más rápido o donde exista una caída y tiene que ser de fácil acceso. Así, las condiciones aseguran que exista una buena mezcla que represente el agua de manera correcta. Una vez ubicado el lugar donde se tomará la muestra, se debe descargar y ubicar correctamente los equipos a utilizar. Se recomienda etiquetar los frascos para poder identificarlos, preferentemente de vidrio.
- De deben tomar muestras representativas y se llevarla en depósitos para el análisis. Se recomienda llenar los depósitos en su totalidad para evitar en lo posible que quede aire dentro de los mismos.

2.2.10. Marco legal

En la actual normativa de Ley de Recursos Hídricos [L2]:

Artículo 82°.- Reutilización de agua residual. La ANA autoriza el reúso del agua residual tratada, según la finalidad para el que se destine, en coordinación con la autoridad sectorial competente.

En la actual normativa del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos [L3]:

Artículo 148°.- Autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas

La autorización será asignada cuando se cumplan las siguientes condiciones expresadas:

a. Sean sometidos a los tratamientos adecuados y que cumplan con los parámetros de calidad establecidos para los usos finales, certificación ambiental la cual será otorgada por la autoridad ambiental competente y en ningún caso se autorizará cuando ponga en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la flora y fauna o afecte otros usos.

Artículo 149°.- Autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas

149.2. El titular de un derecho de uso de agua está facultado para reutilizar el agua residual que genere siempre que se trate para los mismos fines.

Artículo 150°.- Criterios para evaluar la calidad del agua para reúso.

Según las guías correspondientes de la *Organización Mundial de la Salud* o normativa actual sectorial debidamente publicada y reconocida.

2.2.11. Distribución de planta – Método Guerchet

Según R. Murther [19] a partir de la cantidad de equipos necesarios para el sistema y su dimensionamiento se debe proceder a evaluar y calcular la cantidad de superficie requerida para los mismos. Tal evaluación fue realizada mediante el Método de Guerchet, el cual precisa que la superficie mínima requerida para el sistema de tratamiento de aguas residuales viene dada por la sumatoria de las superficies: estática, gravitación y evolución.

a) **Superficie estática (Ss):** Superficie que ocupa los equipos del sistema.

$$SS = \text{largo} \times \text{ancho}$$

b) **Superficie gravitación (Sg)** = Superficie que viene dada por el espacio utilizado por los trabajadores que se encargan de operar y manipular los equipos del sistema de tratamiento. Calculado a partir de la multiplicación de la superficie estática (SS) por el número de lados operables de la maquinaria (N).

$$Sg = SS * N$$

c) **Superficie evolución (Se)** = Superficie requerida para el desplazamiento del personal, material diverso del proceso, así como sus respectivos medios de transporte. Calculado a partir de la sumatoria de la superficie estática + superficie de gravitación multiplicado por

coeficiente “K”, cuyo valor varía de acuerdo al tamaño del personal, maquinaria, material, equipos, etc.

$$Se = K * (SS + SG)$$

Donde “k” = $\left(\frac{h_{em}}{2 * h_{ee}}\right)$

h_{em} = Altura promedio de los elementos móviles que se desplazan por el sistema de tratamiento de aguas residuales (operarios).

h_{ee} = Altura promedio de los elementos fijos del sistema de tratamiento de aguas residuales (máquinas, equipos, etc.)

Tabla 8. Valores típicos del coeficiente K

Tipos de actividades productivas	Rango de coeficiente “k” recomendado
Gran industria, alimentación	0,05 a 0,15
Textil, tejidos	0,5 a 1
Industria mecánica	2 a 3

Fuente: Diseño avanzado de procesos de plantas de producción flexible.

d) Superficie total (St): Calculada a partir de la sumatoria de las tres superficies calculadas con anterioridad: superficie estática + superficie de gravitación + superficie de evolución.

$$St = Ss + Sg + Se$$

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico del proceso productivo y las aguas residuales generadas

3.1.1. La empresa

Quicornac SAC es una agroindustria de orígenes en tierras suizas –ecuatorianas la cual se dedica a la producción y comercialización de jugos, purés y concentrados de mango y maracuyá (ver tabla N°10 y figura N°7). Está presente a nivel nacional e internacional en mercados de más de 32 países del mundo.



Figura 1. Presencia Quicornac S.A.C en mercados de Norteamérica, Europa y Asia.
Fuente: Quicornac SAC



Figura 2. Quicornac S.A.C. presente en Feria de Alimentos ANUGA – Alemania.
Fuente: Quicornac SAC

Constituida en octubre del 2008 en la ciudad de Olmos, distrito de la región norte de Lambayeque, iniciando sus operaciones luego de una exploración por parte de una delegación de ingenieros agrícolas y funcionarios los cuales coincidieron en la visión de expandir el modelo de desarrollo frutícola de Quicornac suizo - ecuatoriano en el norte del Perú.

Las operaciones consistieron en una fuerte campaña de fomento agrícola de frutas tropicales (mango y maracuyá), propiciando alrededor de todo el país desarrollo socioeconómico y siendo una de las principales fuentes de trabajo directo e indirecto para el beneficio del agricultor en períodos venideros.



Figura 3. Planta Quicornac SAC – Perú Olmos.

Fuente: Quicornac SAC

3.1.2. Datos generales

La empresa Quicornac S.A.C se encuentra inscrita en la SUNAT con RUC N°20477793674, en el rubro de “elaboración y conservación de frutas”. El nombre del representante legal y demás datos se indica en la tabla N°9.

Tabla 9. Datos generales de la empresa.

DATOS	DESCRIPCIÓN
Razón Social	Quicornac SAC
RUC	20477793674
Rubro (CIU:1030)	Elaboración y conservación de frutas
Ubicación de la Planta	Antigua Carretera Panamericana Norte km 2,5 del centro de Olmos
Representante Legal	Lic. Elkin Darío Vanegas Murillo
Teléfono	074-763820

Fuente: Quicornac SAC

3.1.2.1. Misión:

Producir y exportar jugos, bebidas, puré y concentrados (congelados y/o aséptico) de frutas tropicales, requeridas por los clientes de acuerdo con fórmulas y estándares de calidad, a través de la operación eficiente de un selecto equipo de profesionales capacitados para el control de estándares de calidad, seguridad alimentaria, seguridad industrial, comercio exterior y responsabilidad social empleando sosteniblemente los recursos.

3.1.2.2. Visión:

Ser una empresa líder mundial en la producción y exportación de jugos, bebidas, puré y concentrados (congelados y/o aséptico) de frutas tropicales manteniendo el compromiso de la satisfacción al cliente mediante el aporte de tecnología moderna renovada de acuerdo con las necesidades del mercado, así como la capacitación del recurso humano.

Actualmente, uno de los objetivos fundamentales de Quicornac S.A.C es la calidad integral de los productos manufacturados, mediante un estricto control en los estándares, sistemas y normativas internacionales de seguridad alimentaria y gestión de calidad, respaldados por una sólida infraestructura de fábrica y gestión administrativa enfocada en calidad e inocuidad, planes de mejora continua y desarrollo sostenible en todas las etapas del proceso (garantizando la trazabilidad de origen) para clientes que buscan un socio comercial confiable.

Contribuyendo a la preservación del entorno, Quicornac SAC Perú ejecuta un trabajo de concientización entre su personal, contratistas y comunidad. Actualmente se viene desarrollando programas en lo que concierne capacitación en temas medioambientales con la finalidad de mejorar sus procesos productivos (ver figura N°4).



Figura 4. Compromiso ambiental de Quicornac S.A.C.

Fuente: Quicornac SAC

- **AIRE:** Para la preservación de este recurso, Quicornac SAC ejecuta monitoreos trimestrales de los gases (emanaciones) que se generan producto de sus operaciones industriales. Mediante estos monitoreos se establece una pauta para ejecutar controles de parámetros de los procesos, logrando de esta manera que ninguno de los límites

máximos permisible de control ambiental aire se encuentre fuera de normativa peruana.

- **AGUA:** Actualmente Quicornac SAC cuenta con sistema de tratamiento preliminar de aguas residuales con el fin de reducir la carga orgánica, además el departamento de SSOMA monitorea los efluentes (pH y temperatura) diariamente antes de que sean vertidos al drenaje de la ciudad de Olmos.
- **TIERRA:** Este recurso se trabaja bajo un enfoque sostenible en el sentido de:
 - * *Reducir:* Se trata de usar en la medida de lo posible materiales adecuados en los procesos para con esto reducir el volumen de residuos generados.
 - * *Reutilizar:* En Quicornac SAC los cilindros de producto los cuales son rechazados por el departamento de Calidad son reutilizados como cilindros de residuos peligrosos, metales, vidrios, etc.
 - * *Reciclar:* La planta cuenta con puntos de segregación para separar los residuos los cuales son dirigidos a gestores y proveedores calificados con la finalidad de que se le dé un tratamiento adecuado para obtener nuevos productos.



Figura 5. Ubicación Quicornac SAC

Fuente: Google Earth

3.1.3. Descripción del proceso de producción

Quicornac SAC procesa a diario un promedio de 22 toneladas de materia prima, 132 toneladas a la semana y 528 toneladas al mes de mango y maracuyá (ver tabla N° 11). Trabaja 24 horas al día en 2 turnos y 6 días a la semana. Es importante mencionar que la producción varía de acuerdo con la disponibilidad de materia prima.

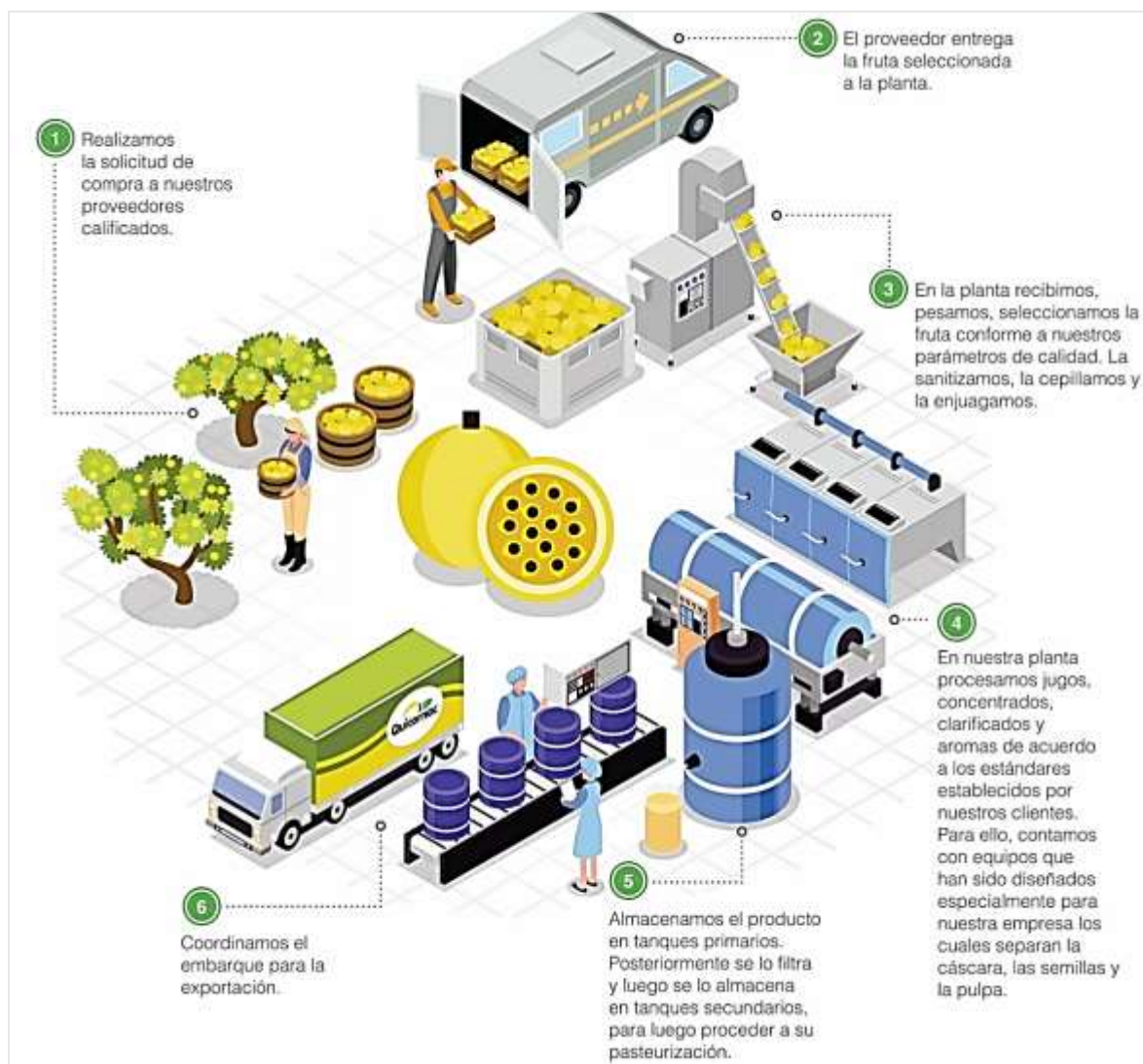


Figura 6. Diagrama General de proceso de producción Quicornac S.A.C.

Fuente: Quicornac SAC

Tabla 10. Productos de Quicornac S.A.C. y su presentación

PRODUCTO	PRESENTACIÓN
<i>Maracuyá</i>	
Concentrado Congelado 50° BX	Cilindro 250 kg.
Jugo Congelado 14°BX	Cilindro 200 kg.
<i>Mango</i>	
Puré Concentrado Congelado 17° BX	Cilindro 250 kg.
Puré Chato de ICA 14-17° BX	Cilindro 250 kg.
Puré Aséptico 14-17° BX	Cilindro 220 kg.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 7. Presentación productos Quicornac S.A.C.

Fuente: Quicornac SAC

Tabla 11. Procesamiento de materia prima mango y maracuyá por meses en Agroindustria Quicornac SAC

MES	FRUTA PROCESADA		TOTAL (TN)
	MANGO (TN)	MARACUYÁ (TN)	
ENERO	165	776	941
FEBRERO	143	676	819
MARZO	121	463	584
ABRIL	90	407	497
MAYO	115	420	535
JUNIO	106	317	423
JULIO	98	399	497
AGOSTO	182	685	867
SEPTIEMBRE	36	92	128
OCTUBRE	21	68	89
NOVIEMBRE	18	57	75
DICIEMBRE	113	762	875
TOTAL	1208	5122	6330
PROMEDIO			528

Fuente: Quicornac SAC

De acuerdo con la tabla N°11 los meses en que aumenta la producción son enero, febrero, agosto y diciembre, y en los que disminuye son los meses de septiembre, octubre y noviembre debido a la escasez de materia prima.

A continuación, se detalla el proceso productivo de los diversos productos manufacturados por Quicornac SAC: Puré de mango congelado, puré de mango aséptico congelado, concentrado congelado de maracuyá a 50° BX y jugo congelado de maracuyá a 14° BX. Es de gran relevancia el conocimiento del proceso productivo para determinar en qué etapas se generan las aguas residuales que son vertidas al drenaje de la ciudad de Olmos (ver figura N°14 – 15 – 16 y 17).

3.1.3.1. Proceso de producción puré de mango congelado y puré de mango aséptico

Se describe el proceso de producción del puré de mango congelado y puré de mango aséptico (ver figura N°9 y N°10).

- A) **Inspección y recepción de fruta:** Consiste en recibir del proveedor la materia prima requerida (fruta de mango), la cual es entregada en jabas plásticas cuyo peso varía entre los 22 y 25 kilos aproximadamente. Se descargan sobre parihuelas con la finalidad de evitar su deterioro y contaminación.
- B) **Descarga de la fruta a la línea de proceso:** Se transporta la fruta desde el silo hacia la mesa de selección, a través de una banda transportadora.
- C) **Selección de fruta:** Etapa en la cual se separa manualmente la fruta sana de la fruta descompuesta. Esta operación es efectuada por operarios sobre una mesa o banda transportadora. Se dispone de cilindros metálicos sobre los cuales los operarios depositan la fruta descartada.
- D) **Lavado:** Culminada la etapa anterior, la fruta sana pasa por una lavadora giratoria de fruta que está adicionalmente compuesto por un sistema de duchas, cuya función es proporcionar el lavado. Para estos efectos, el lavado se realiza con agua clorada y con agua caliente. El agua residual resultante de este proceso es dirigida al pozo de encuentro (reunión de aguas residuales de proceso).
- E) **Extracción:** En esta etapa a la fruta se le extrae la pulpa mediante una despulpadora, el cual consiste en pasar la pulpa por tamiz logrando el impulso por medio de paletas, obteniendo finalmente el puré. En esta etapa se elimina cáscara y pepa.
- F) **Termobreak:** A través de una tubería el puré es transportado al termobreak para ser cocida y disminuir carga microbiana.
- G) **Separado de pulpa:** A través de una malla se separa el puré de la fibra (pulpa), evacuándose ésta mediante el mismo sinfín (colector) utilizado también para la evacuación de cascara y pepa.
- H) **Almacenamiento temporal de puré en tanque 1 (primario) y tanque 2 (secundario):** El puré es almacenado en el Tanque Primario de acero inoxidable (tanque 1 y tanque 2) y cuya función es agitar de manera permanente el jugo (homogenización).
- I) **Clarificado o centrifugado:** Este equipo recibe el puré del Tanque 2, su función es la de eliminar los sólidos insolubles y residuos de semilla que pudiesen haberse desintegrado en el extractor. Durante esta etapa se procede a medir los Brix y el porcentaje de pulpa en el puré de mango. Luego de la etapa de clarificado o centrifugado se presenta dos líneas de procesos para obtener el puré de mango congelado y el puré de mango aséptico.

Puré de Mango Congelado

- J) Pasteurización y Enfriamiento:** Luego de producido el centrifugado del puré, éste es transportado a los tanques pulmón de la máquina esterilizadora. Esta misma máquina le da el tratamiento térmico respectivo de acuerdo con el producto deseado. Cuando se quiere un puré congelado se da una pasteurización, luego pasa por un enfriamiento para ser llenados en sus empaques correspondientes.
- K) Almacenamiento y Estandarización de Jugo:** El puré pasteurizado es enviado a través de un sistema de tuberías a los tanques de estandarización donde el producto es almacenado temporalmente.
- L) Filtrado:** El puré estandarizado de los tanques es enviado a través de una bomba hacia los filtros ubicados en el área de llenado del producto.
- M) Llenado de producto congelado:** El puré estandarizado una vez pasado por filtros es llenado en bolsas dentro de cilindros. Este cilindro es enzunchado.

Puré de Mango Aséptico

- N) Esterilizado:** Producido el centrifugado del puré, éste es transportado a los tanques pulmón de la máquina esterilizadora. Esta misma máquina le da el tratamiento térmico respectivo de acuerdo con el producto deseado. La esterilización permite obtener un producto aséptico.
- O) Llenado aséptico:** El puré es enviado hacia unas llenadoras asépticas especiales para este tipo de trabajo que funcionan mediante el uso de vapor tanto para la apertura de la bolsa, llenada y esterilizada en cerrado. Esto es solo cuando se elabora un producto de puré aséptico con tratamiento térmico de esterilización.
- P) Almacenamiento del producto terminado en cámaras:** El producto envasado en cilindros almacenado por 3 días en cámaras de frío a una temperatura de congelamiento, obteniéndose así el puré de mango congelado en condiciones y con características de inocuidad, apto para su comercialización y consumo.
- Q) Despacho y transporte:** Finalmente, el proceso productivo del puré de mango congelado culmina con el despacho y transporte hacia el puerto, para su posterior exportación.

3.1.3.2. Proceso de producción de concentrado congelado de maracuyá y jugo congelado de maracuyá.

A continuación, se describe el proceso de producción concentrado congelado de maracuyá y jugo congelado de maracuyá (ver figura N°12 y N°13).

- A) Inspección y recepción de fruta:** Consiste en recibir del proveedor la materia prima requerida (fruta de maracuyá), la cual es entregada en sacos de polipropileno cuyo peso varía entre los 35 y 70 kilos aproximadamente. Se descargan sobre parihuelas con la finalidad de evitar su deterioro y contaminación.

- B) Almacenamiento temporal en sacos:** En caso el silo de almacenamiento se encuentre lleno, se procede a almacenar temporalmente la fruta en el patio exterior dentro de los sacos de polipropileno en que fueron recibidos.
- C) Carga y almacenamiento temporal de fruta a silos:** El personal de la empresa, apoyado con montacargas, procede a cargar la fruta a los silos (tolva de alimentación). Los sacos de polipropileno son vaciados y la fruta se coloca en la banda transportadora que conduce a los silos.
- D) Descarga de la fruta a la línea de proceso:** Consiste en transportar la fruta desde el silo hacia la mesa de selección, a través de una banda transportadora.
- R) Desinfección de fruta por ducha:** Esta etapa consiste en eliminar la suciedad, tierra, bacterias superficiales, mohos y otros contaminantes que podría contener la fruta. Para ello, la banda transportadora referida en la etapa anterior está provista de un sistema de duchas que expulsa hacia la fruta agua dosificada con Hipoclorito de Sodio entre 100-200 ppm. El agua residual resultante de este proceso es dirigida al pozo de encuentro (reunión de aguas residuales de proceso).
- E) Selección de fruta:** Etapa en la cual se separa manualmente la fruta sana de la fruta que no está en buen estado o está descompuesta. Esta operación es efectuada por operarios sobre una mesa o banda transportadora.
- Se dispone de recipientes sobre los cuales los operarios depositan la fruta descartada.
- F) Cepillado y enjuague:** Culminada la etapa de selección de fruta, esta pasa por un sistema de cepillos giratorios que está adicionalmente compuesto por un sistema de duchas, cuya función es proporcionar un enjuague final. Para estos efectos, el enjuague se realiza con agua clorada entre 1-1,5ppm.
- Culminado el cepillado y enjuague, la fruta es transportada por una banda inclinada hacia la extractora. El agua residual resultante de este proceso es dirigida al pozo de encuentro (reunión de aguas residuales de proceso).
- G) Extracción:** En esta etapa la fruta es cortada por una serie de cuchillos que forman parte de la máquina extractora.
- H) Batido de cáscara:** Esta etapa tiene como función separar la cáscara del jugo con pulpa y semilla. La cáscara es transportada mediante un sinfín hacia una tolva para la evacuación de residuos de proceso.
- I) Separado de semilla:** A través de un circuito de tuberías el jugo, pulpa y semilla es transportada al desmillador para separar la semilla de la pulpa. La semilla es expulsada hacia tanques de residuos (baldes).
- J) Separado de pulpa:** A través de una malla de 0,5 mm se separa el jugo de la fibra (pulpa), evacuándose ésta mediante el mismo sinfín utilizado en la etapa del batido de cáscara.

- K) Almacenamiento temporal de jugo en tanque 1 (primario):** El jugo es almacenado en el tanque primario (tanque 1), cuya capacidad es de 5 000 litros cuya función es agitar de manera permanente logrando la homogenización del jugo.
- L) Clarificado o centrifugado:** Este equipo recibe el jugo del tanque primario. Su función es la de eliminar los sólidos insolubles y residuos de semilla que pudiesen haberse desintegrado en el desmillador. Durante esta etapa se procede a medir los Brix (medición de azúcares en la fruta) y el porcentaje de pulpa en el jugo de maracuyá.
- M) Almacenamiento temporal de jugo en tanque 2 (secundario):** Luego de producido el centrifugado del jugo, éste es transportado al tanque secundario a través de un circuito de tuberías. Como resultado de este procedimiento se obtiene el jugo sin exceso de pulpas o sólidos insolubles.
- N) Pasteurización y desaireado:** El jugo clarificado es conducido hacia el tanque de balance a través de una bomba centrífuga, para posteriormente, mediante otra bomba centrífuga, ser direccionado a la primera sección del pasteurizador, en donde se produce su precalentamiento (60 °C).

Luego, el jugo circula al desaireador a fin de extraerle el oxígeno. Producido ello, pasa a la segunda sección del pasteurizador, incrementando su temperatura entre 85° C y 90° C e iniciar su traspaso por los tubos de retención.

- O) Enfriamiento del jugo:** A continuación, el jugo es enviado para su enfriamiento paulatino hasta alcanzar una temperatura de entre 40° C y 45° C. (tercera sección del pasteurizador). Finalmente, el jugo transita por un enfriador de placas hasta alcanzar temperaturas entre 2°C y 3° C.
- P) Concentración de jugo:** El jugo pasteurizado es enviado a través de un sistema de tuberías al concentrador, donde el producto es evaporado.
- Q) Almacenamiento y Estandarización de Jugo:** El jugo pasteurizado es enviado a través de un sistema de tuberías a los tanques de estandarización, donde el producto es almacenado temporalmente.
- R) Filtrado:** El jugo estandarizado de los tanques es enviado a través de una bomba hacia los filtros ubicados en el área de llenado de producto.
- S) Llenado y Embalado:** El jugo y concentrado estandarizado una vez pasado por filtros es llenado en bolsas dentro de cilindros. Este cilindro es enzunchado.
- T) Almacenamiento del Producto Terminado en Cámaras:** El producto envasado es almacenado por 3 días en cámaras de frío a una temperatura de congelamiento de -15° C a -18 °C, obteniéndose así el jugo de maracuyá congelado en condiciones y con características de inocuidad, apto para su comercialización.

U) **Despacho y transporte:** Finalmente, el proceso productivo del jugo de maracuyá congelado culmina con el despacho y transporte hacia el puerto, para su posterior exportación.

VARIEDADES



Figura 8. Variedades de mango que ingresan al proceso productivo.
Fuente: Quicornac SAC

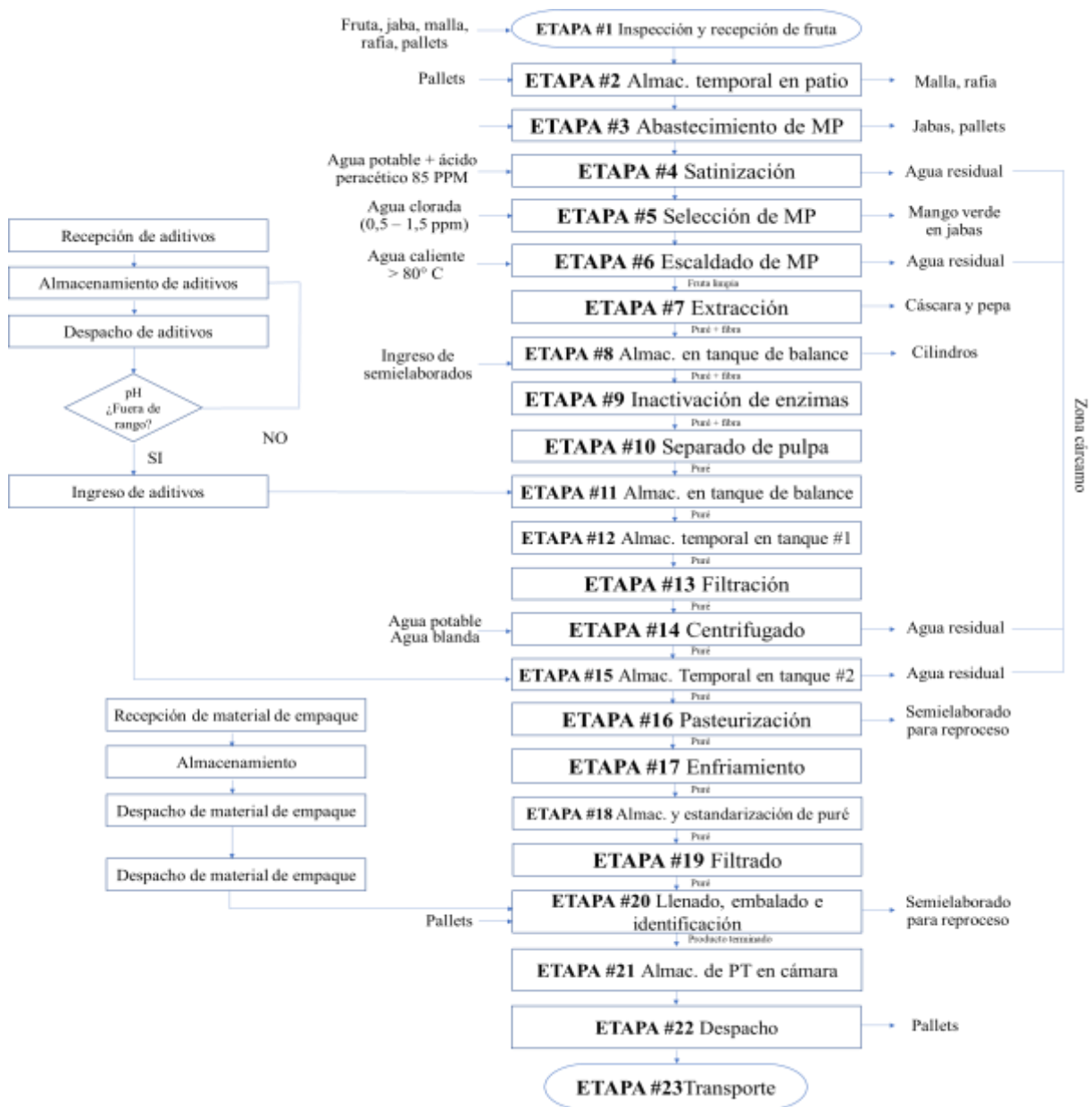


Figura 9. Diagrama de flujo: Puré de mango congelado.

Fuente: Quicornac SAC

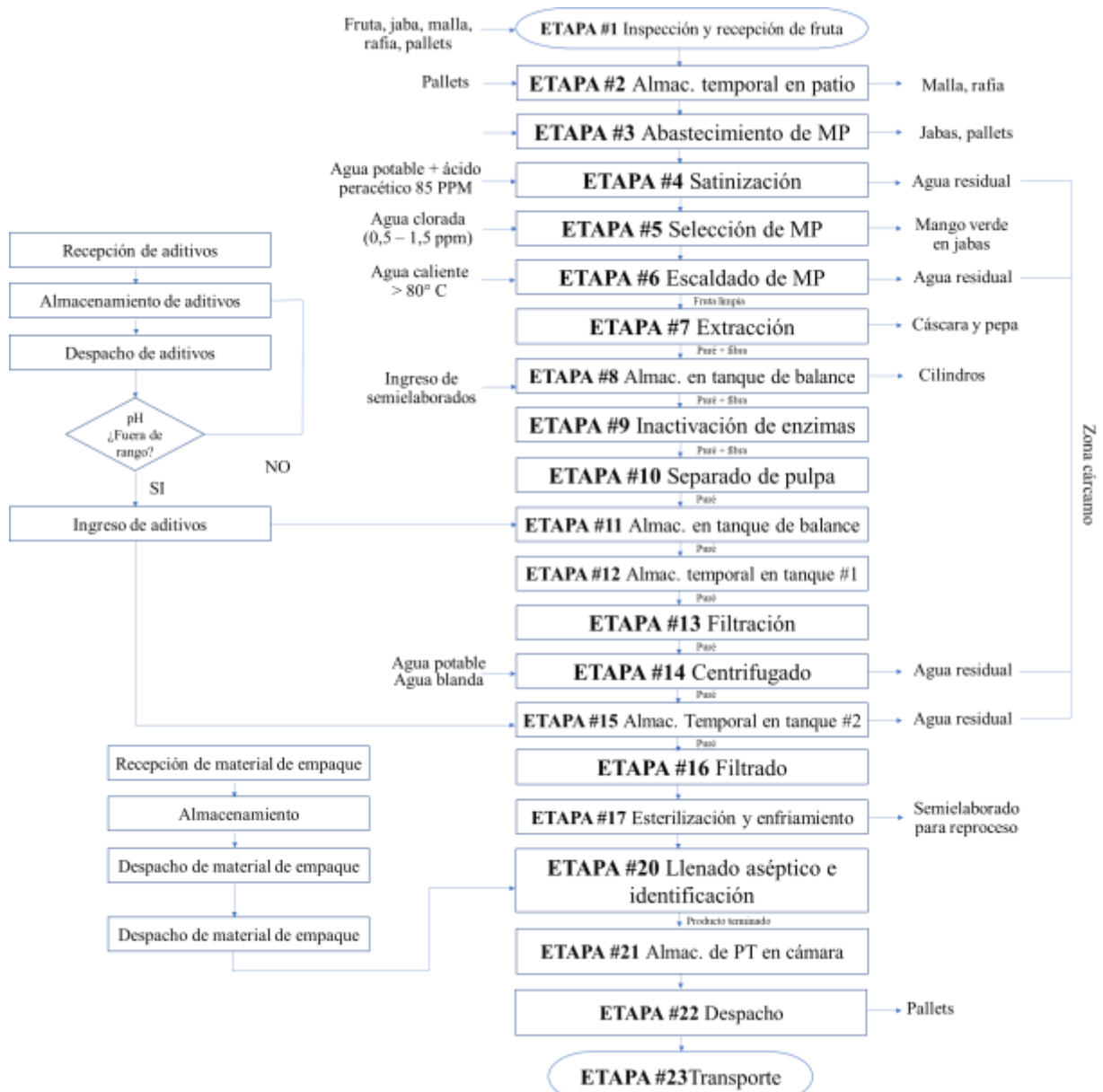


Figura 10. Diagrama de flujo: Jugo Aséptico de maracuyá 14° Bx.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 11. Almacenamiento de producto en cámara de congelado a -20°C.

Fuente: Quicornac SAC

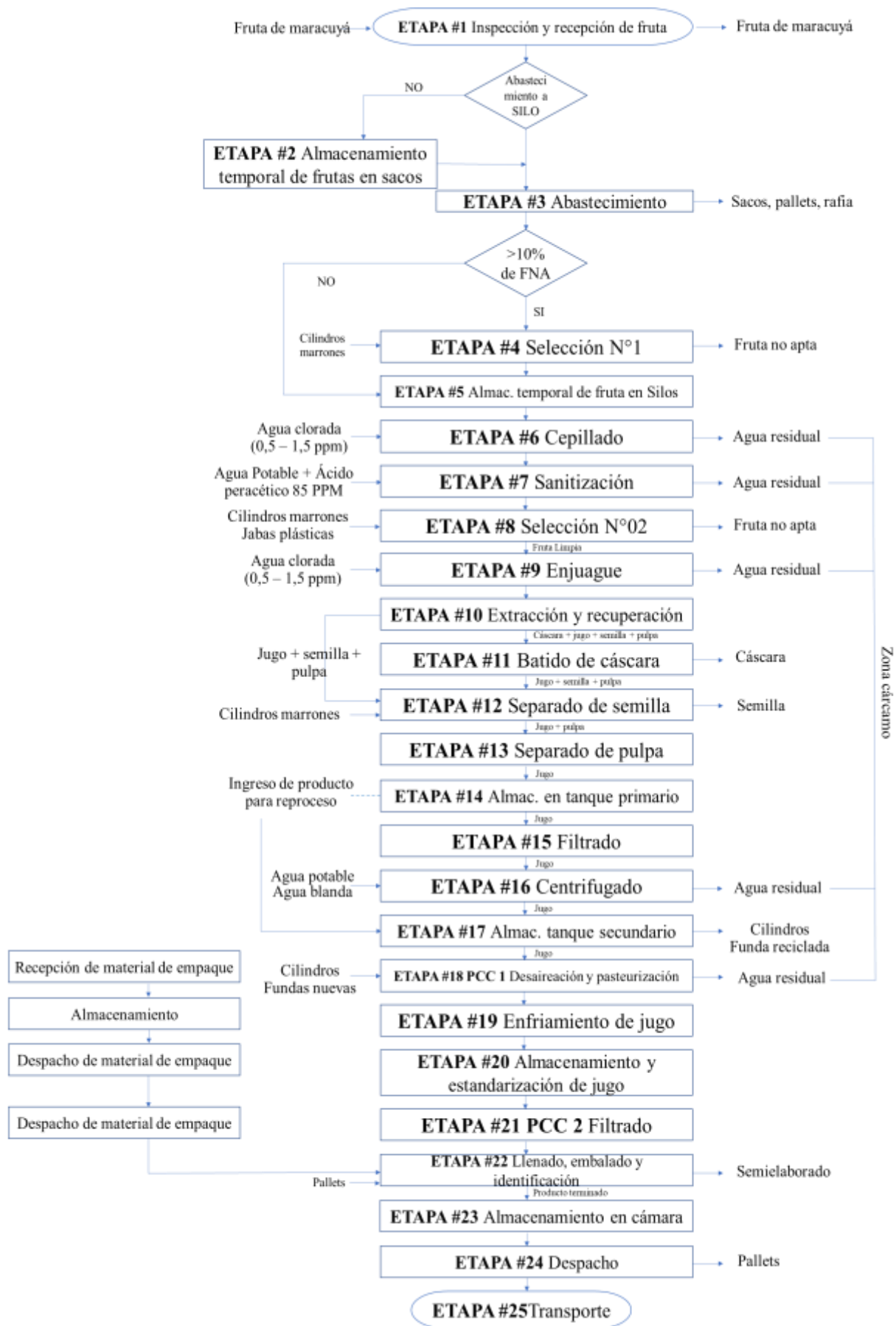


Figura 12. Diagrama de flujo: Jugo congelado de maracuyá 14° Bx.

Fuente: Quicornac SAC

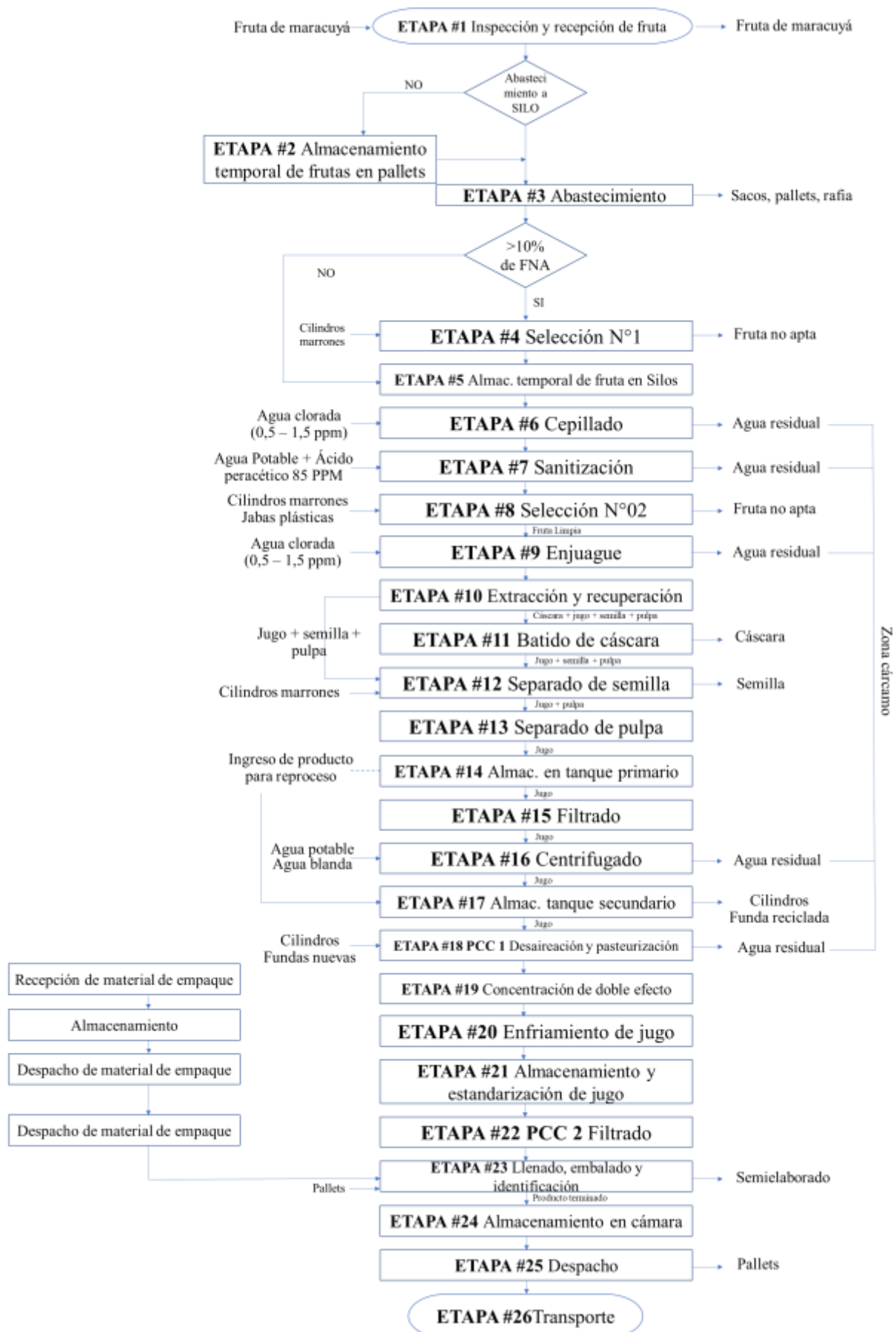


Figura 13. Diagrama de flujo: Concentrado congelado de maracuyá 50° Bx.
 Fuente: Quicornac SAC



Figura 14. Desinfección de fruta por ducha y desemboque de agua residual.
Fuente: Quicornac SAC



Figura 15. Sistema de cepillado y enjuague de materia prima.
Fuente: Quicornac SAC

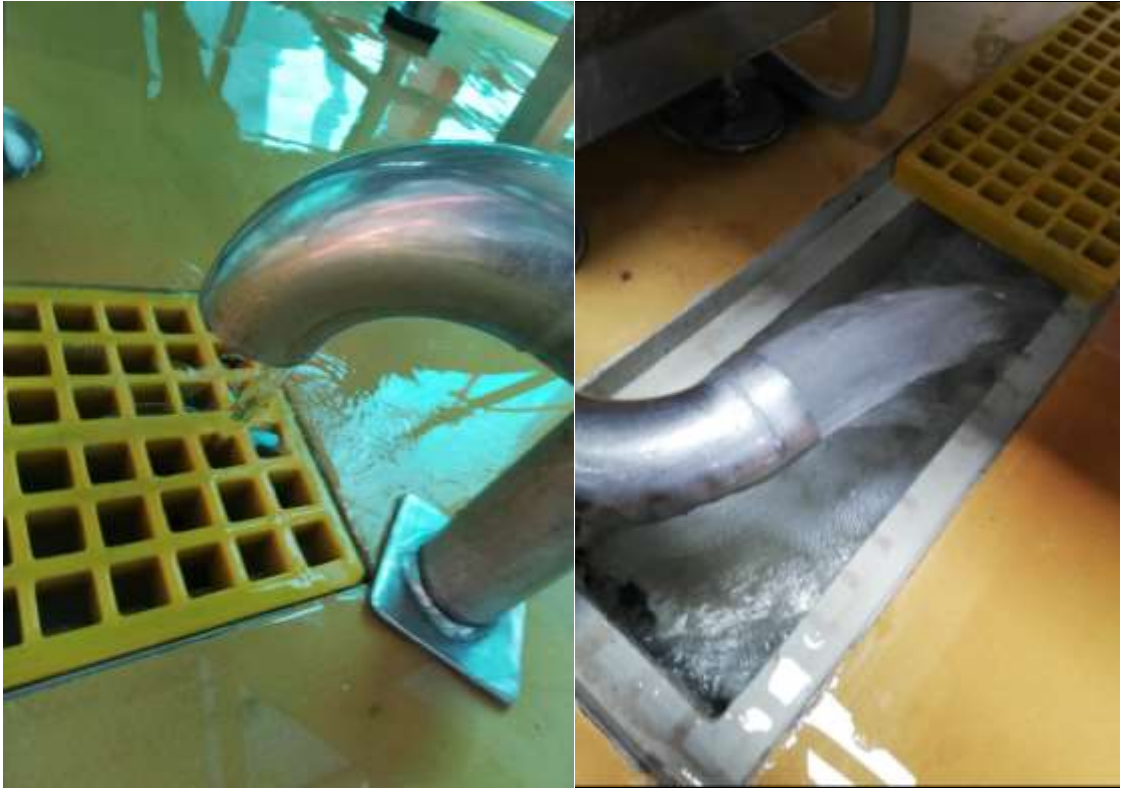


Figura 16. Limpieza inicial, intermedia y final de equipos.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 17. Limpieza inicial, intermedia y final de equipos.

Fuente: Quicornac SAC

3.1.4. Requerimiento y distribución del recurso agua

A continuación, se detalla los requerimientos promedio de agua proveniente del pozo a tajo abierto para las diversas actividades productivas que desarrolla Quicornac SAC.

En la Tabla N°12 se detalla la cantidad promedio de agua requerida para la nave de frutas procesadas y zona de extracción: 9,85 m³/h. Considerando que se trabaja las 24 horas al día en 2 turnos (07:00 – 19:00 y 19:00 – 07:00) se requiere 236 m³/día.

Tabla 12. Cantidad promedio de agua requerida

NAVE FRUTAS PROCESADAS Y ZONA DE EXTRACCIÓN 9,85 m³/h			
REQUERIMIENTO DE AGUA DE ACUERDO CON EL PROCESO			
MARACUYÁ (5,00 m³/h)		MANGO (4,85 m³/h)	
Jugo congelado	Concentrado congelado	Puré congelado/aséptico	Concentrado congelado/aséptico
PROCESOS		PROCESOS	
Lavado 2,75 m ³ /h	Lavado 1,20 m ³ /h	Lavado 1,35 m ³ /h	Lavado 0,95 m ³ /h
Centrifugado 0,65 m ³ /h	Centrifugado 0,73 m ³ /h	Esterilizado 0,95 m ³ /h	Esterilizado 0,30 m ³ /h
Pasteurizado 0,45 m ³ /h	Pasteurizado 0,22 m ³ /h	Centrifugado 0,8 m ³ /h	Centrifugado 0,5 m ³ /h

Fuente: Quicornac SAC

En la Tabla N°13 se detalla la cantidad promedio de agua requerida para los suministros de planta que alimentan a las máquinas del proceso: 7,03 m³/h. Considerando que se trabaja las 24 horas al día en 2 turnos (07:00 – 19:00 y 19:00 – 07:00) se requiere 168,72 m³/día.

Tabla 13. Cantidad de agua promedio para los suministros de planta

SUMINISTROS 7,03 m³/h			
REQUERIMIENTO DE AGUA PARA SUMINISTROS			
Condensador Evaporativo 0,60 m ³ /h	Torre Baltimore 4,85 m ³ /h	Calderas 1,58 m ³ /h	
		Distral 0,58 m ³ /h	Cleaver 1,00 m ³ /h

Fuente: Quicornac SAC

En la Tabla N°14 se detalla la cantidad promedio de agua requerida para la limpieza de maquinaria y SS.HH.: 3,75 m³/h. Considerando que se trabaja las 24 horas al día en 2 turnos (07:00 – 19:00 y 19:00 – 07:00) se requiere 90 m³/día.

Tabla 14. Cantidad promedio de agua para la limpieza y SS.HH.

LIMPIEZA 2,10 m³/h + SS.HH 1,65 m³/h	
REQUERIMIENTO DE AGUA DE ACUERDO CON LIMPIEZA	
Nave de Frutas processadas + zona de extracción 2,10 m ³ /h	Servicios higiénicos 1,65 m ³ /h

Fuente: Quicornac SAC

Como ya se mencionó Quicornac SAC procesa a diario un promedio de 22 toneladas de materia prima.

Entonces a partir de los requerimientos de agua, los días laborables, las horas de trabajo y la producción diaria, se establece una relación entre las variables y se puede afirmar que la empresa requiere y utiliza un promedio 495,12 m³/día.

3.1.5. Consumo de agua período 2012 al 2018

A continuación, a partir de las tablas N°15 hasta la N°21 se muestra el consumo mensual histórico de agua y su comportamiento (ver figura N°18 hasta la N°24) en m³ de la Agroindustria Quicornac SAC (período 2012 al 2018).

Es importante mencionar que el consumo está relacionado con la cantidad de materia prima que se procesa.

Tabla 15. Consumo de agua mensual del 2012 en m³.

MESES	Consumo (m³)
Enero	4 976
Febrero	4 765
Marzo	3 083
Abril	3 674
Mayo	3 000
Junio	2 942
Julio	3 019
Agosto	4 338
Septiembre	ND
Octubre	ND
Noviembre	1 518
Diciembre	5 143
TOTAL DE CONSUMO	36 458

Fuente: Quicornac SAC

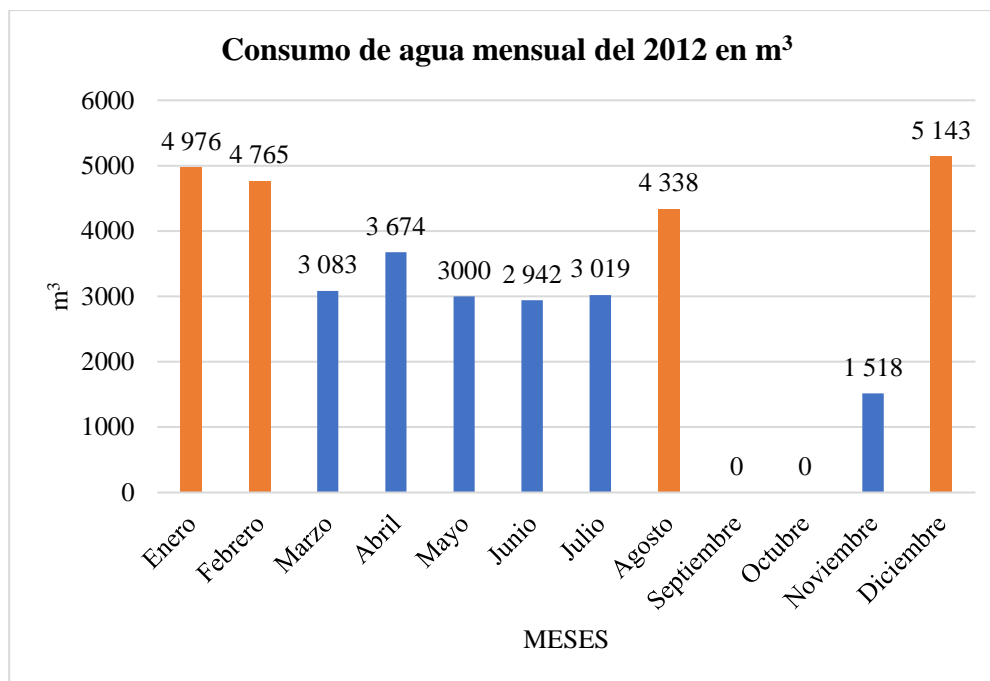


Figura 18. Consumo mensual de agua 2012.

Fuente: Quicornac SAC

En 2012 Quicornac SAC consumió un total de **36 458 m³** (ver tabla N°15 y figura N°18). Los meses de enero, febrero, agosto y diciembre fueron los de mayor consumo. De septiembre y octubre no se contaron con registros puesto que en ese período la empresa no produjo por escasez de materia prima. Noviembre fue el mes de menor consumo.

Tabla 16. Consumo de agua mensual del 2013 en m³.

MESES	Consumo (m³)
Enero	8 813
Febrero	7 358
Marzo	4 972
Abril	6 479
Mayo	4 889
Junio	4 395
Julio	5 145
Agosto	7 300
Septiembre	ND
Octubre	ND
Noviembre	1 943
Diciembre	7 489
TOTAL DE CONSUMO	58 783

Fuente: Quicornac SAC

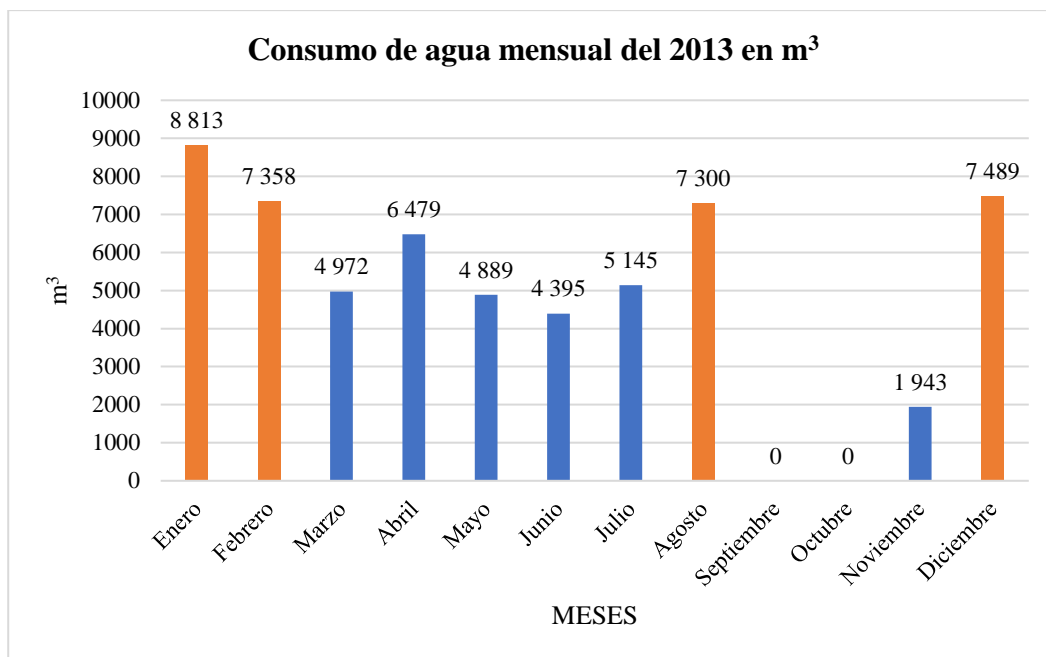


Figura 19. Consumo de agua mensual 2013.

Fuente: Quicornac SAC

Con respecto al 2012, en 2013 se registró un crecimiento del consumo de agua del 61,23% (**58 783 m³**). Los meses de enero, febrero, agosto y diciembre fueron los de mayor consumo. De septiembre y octubre no se contaron con registros al igual que en 2012, puesto que en ese período la empresa no produjo por escasez de materia prima (mango y maracuyá). Noviembre fue el mes de menor consumo de agua (ver tabla N°16 y figura N°19).

Tabla 17. Consumo de agua mensual del 2014 en m³.

MESES	Consumo (m³)
Enero	14 471
Febrero	12 365
Marzo	13 124
Abril	10 158
Mayo	9 627
Junio	11 090
Julio	10 123
Agosto	13 473
Septiembre	6 515
Octubre	4 189
Noviembre	3 057
Diciembre	10 462
TOTAL DE CONSUMO	118 654,00

Fuente: Quicornac SAC

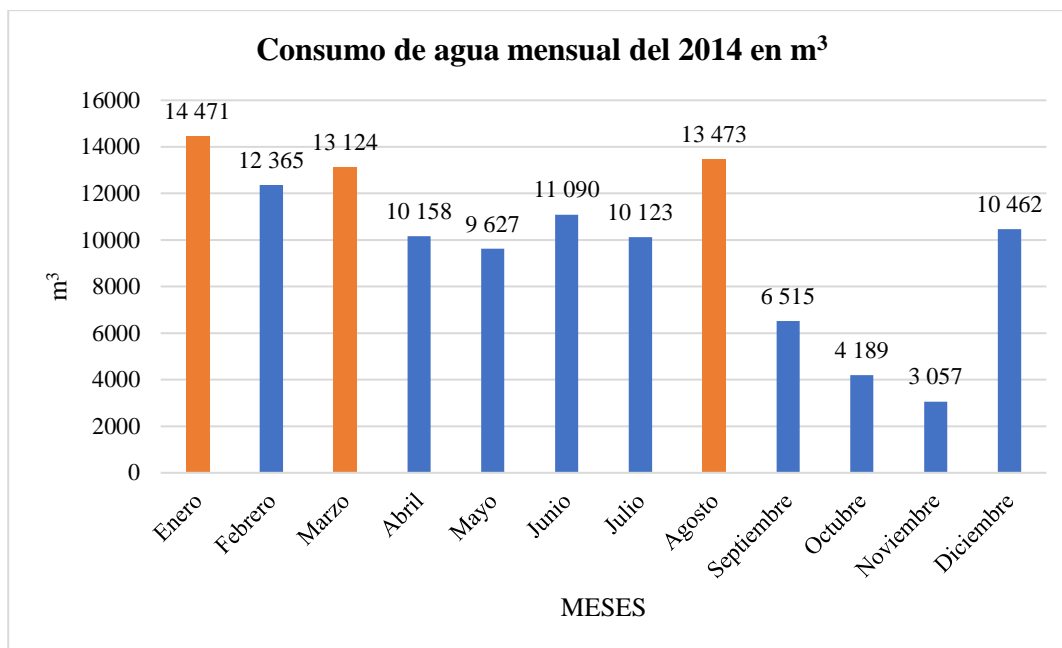


Figura 20. Consumo de agua mensual 2014.

Fuente: Quicornac SAC

Con respecto al 2013, en 2014 se registró un crecimiento del consumo de agua de 101,85% (**118 654 m³**). Los meses de enero, marzo, agosto y diciembre fueron los de mayor consumo. A comparación del 2013, en los meses de septiembre y octubre sí se contaron con registros de agua, pero el consumo disminuyó junto con noviembre considerablemente contrastándolo con el de los otros meses, debido a que en estos periodos la empresa si produjo pero en menor cantidad debido a la escasez de la materia prima (ver tabla N°17 y figura N°20).

Tabla 18. Consumo de agua del 2015 en m³.

MESES	Consumo (m ³)
Enero	18 564
Febrero	12 562
Marzo	16 489
Abril	13 625
Mayo	12 153
Junio	13 598
Julio	12 989
Agosto	16 157
Septiembre	7 623
Octubre	4 365
Noviembre	5 423
Diciembre	11 356
TOTAL DE CONSUMO	144 904,00

Fuente: Quicornac SAC

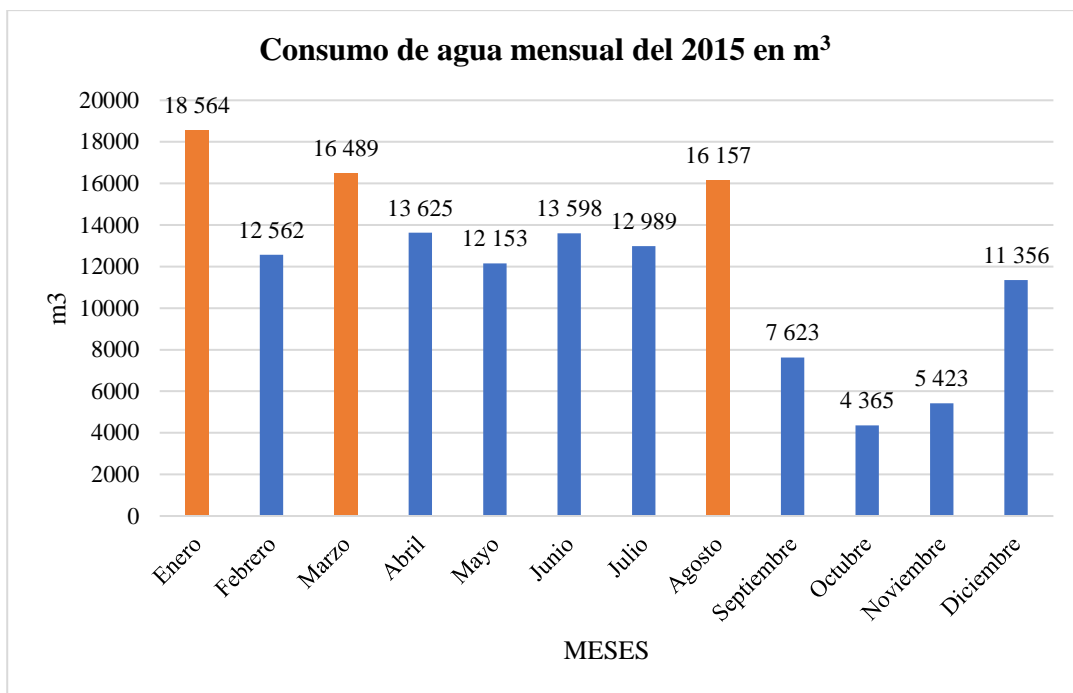


Figura 21. Consumo de agua mensual 2015.

Fuente: Quicornac SAC

Con respecto al 2014, en 2015 se registró un crecimiento del consumo de agua de 22,12% (**144 904 m³**). Los meses de enero, marzo y agosto fueron los de mayor consumo. En los meses de septiembre, octubre y noviembre el consumo disminuyó a comparación con los otros meses, esto debido a la escasez de materia prima (ver tabla N°18 y figura N°21).

Tabla 19. Consumo de agua del 2016 en m³.

MESES	Consumo (m³)
Enero	21 370
Febrero	21 479
Marzo	22 116
Abril	15 565
Mayo	13 391
Junio	13 874
Julio	15 001
Agosto	17 324
Septiembre	8 749
Octubre	5 318,8
Noviembre	7 159
Diciembre	18 037
TOTAL DE CONSUMO	179 383,80

Fuente: Quicornac SAC

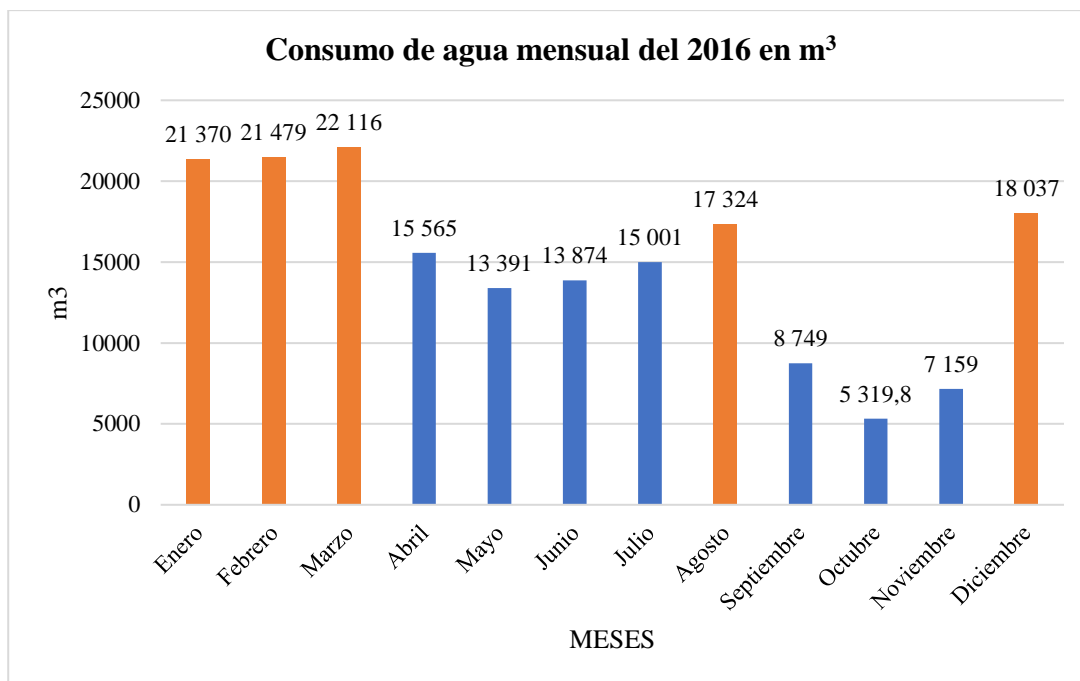


Figura 22. Consumo de agua mensual 2016.

Fuente: Quicornac SAC

Con respecto al 2015, en 2016 se evidenció un crecimiento del consumo de agua de 23,79% (**179 383,80 m³**). Los meses de enero, febrero, marzo, agosto y diciembre fueron los de mayor consumo. En los meses de septiembre, octubre y noviembre el consumo disminuyó a comparación con los otros meses, esto debido a la escasez de materia prima (ver tabla N°19 y figura N°22).

Tabla 20. Consumo de agua del 2017 en m³.

MESES	Consumo (m³)
Enero	23 781
Febrero	21 338
Marzo	15 668
Abril	10 630
Mayo	10 423
Junio	19 020
Julio	19 477
Agosto	17 969
Septiembre	5 878
Octubre	4 665
Noviembre	5 083
Diciembre	16 959
TOTAL DE CONSUMO	170 891

Fuente: Quicornac SAC

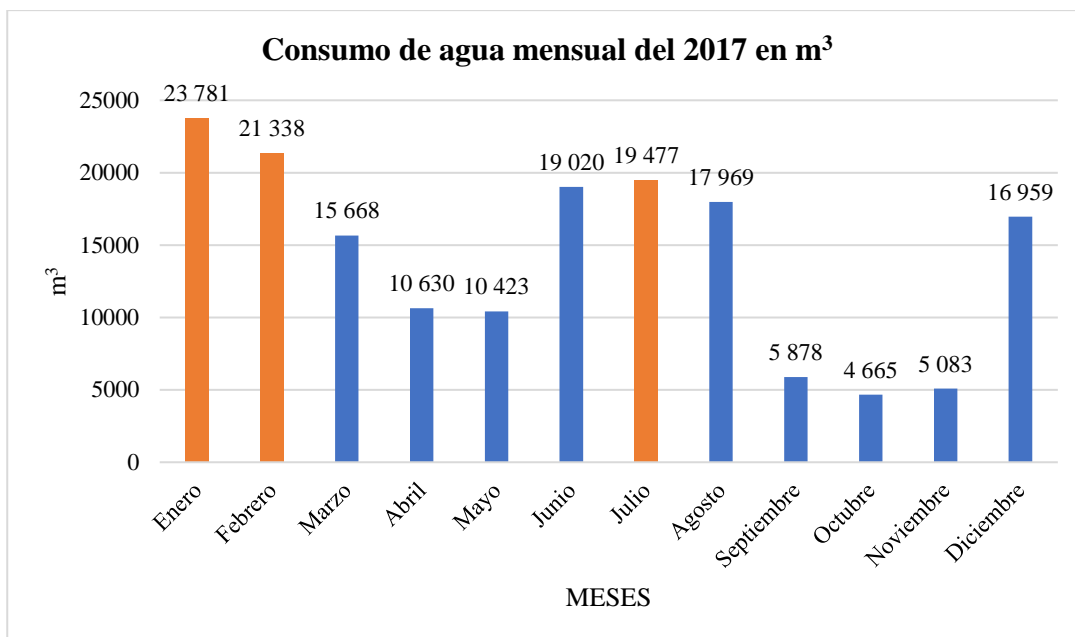


Figura 23. Consumo de agua 2017.

Fuente: Quicornac SAC

Con respecto al 2016, en 2017 se registró una disminución del consumo de agua de 4%. Uno de los factores que influyó para que ocurriera esto fue el fenómeno del Niño Costero. Los meses de enero, febrero y julio fueron los de mayor consumo. En los meses de septiembre, octubre y noviembre el consumo disminuyó a comparación con los otros meses, esto debido a la escasez de materia prima (ver tabla N°20 y figura N°23) y (ver Anexo N°07).

Tabla 21. Consumo de agua del 2018 en m³.

MESES	Consumo (m³)
Enero	16 142
Febrero	15 672
Marzo	18 146,3
Abril	24 114
Mayo	21 068
Junio	23 619
Julio	16 254
Agosto	12 796
Septiembre	7 471
Octubre	4 388
Noviembre	3 547
Diciembre	8 968
TOTAL DE CONSUMO	172 185,3

Fuente: Quicornac SAC

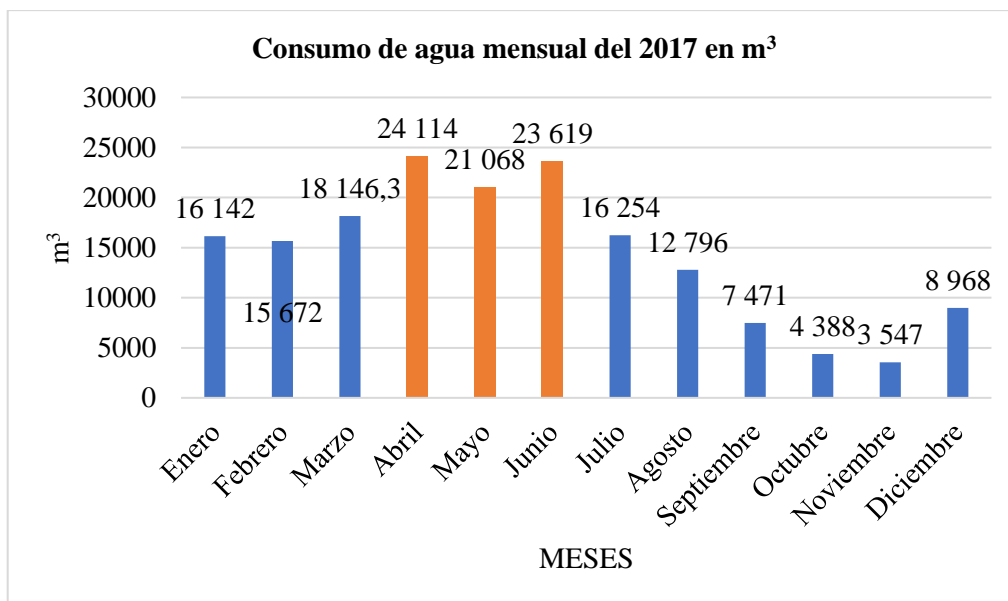


Figura 24. Consumo de agua mensual 2018.

Fuente: Quicornac SAC

Con respecto al 2017, en 2018 se evidenció un crecimiento del consumo de agua de 0,75% (**172 185,3 m³**). La desaleración en el crecimiento se debió a los cambios climáticos originados a partir del fenómeno del niño costero que afectó de gran manera la disponibilidad de materia prima que está relacionada con el consumo de agua. Los meses de abril, mayo y junio fueron los de mayor consumo. En los meses de setiembre, octubre, noviembre el consumo disminuyó a comparación con los otros meses, esto debido a la escasez de materia prima (ver tabla N°21 y figura N°24).

A partir de las tablas N°15 hasta la N°21 y figuras N°18 hasta la N°24 se puede concluir que los meses de mayor consumo de agua en Quicornac SAC son: enero, febrero, marzo, agosto y diciembre, y los de menor consumo de agua: setiembre, octubre y noviembre.

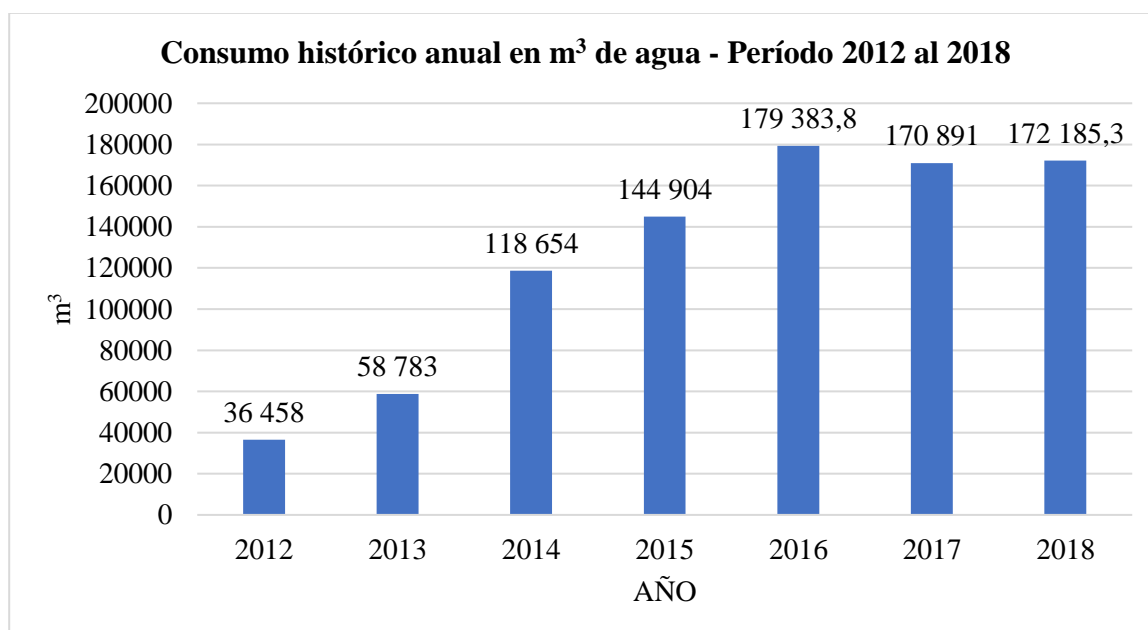


Figura 25. Consumo anual m³ período 2012 – 2018.

Fuente: Quicornac SAC

Es de gran relevancia conocer esta información puesto que permitirá proyectar el consumo de agua en los próximos años lo que servirá de capacidad para el sistema de tratamiento de agua propuesto.

Según lo expuesto anteriormente, el consumo de agua esta directamente relacionado con la disponibilidad de materia y producción. Es decir, mientras más materia prima se procese, mayor será el consumo de agua, y viceversa.

De la figura N°25 se puede concluir que el consumo de agua en Agroindustria Quicornac SAC ha tomado valores hacia una tendencia positiva (creciente), salvo en el año 2017 que disminuyó un 4% con respecto al 2016, pero esto fue debido a las consecuencias por el Fenómeno El Niño Costero que afectó al departamento de Lambayeque en el mes de febrero.

El sector agroindustrial es sensible frente a factores externos (climáticos) que pueden condicionar y poner en riesgo la producción, y por ende las agroexportaciones. A continuación se describe el entorno y contexto experimentado por Quicornac SAC en ese período de tiempo.

El cambio climático es un factor muy difícil de controlar, aún más cuando las ciudades no se encuentran preparadas ante esas situaciones, especialmente en el sector agricultura en el departamento de Lambayeque, que junto con las agroexportaciones, sufrieron una desaleración entre los meses de febrero y mayo. Inevitablemente, una empresa exportadora como Quicornac SAC sufrió los acontecimientos ocurridos debido al colapso de las vías que permitían el transporte de sus productos hacia al puerto de la costa peruana (Paita) así mismo, se reportó que la falta de Internet debido a la caída de antenas e hizo imposible las transferencias bancarias, atrasando los pagos.

Según propias palabras del Lic. Elkin Darío Vanegas Murillo, Gerente General de Quicornac SAC, describe la situación vivida: “Los daños originados por las fuertes lluvias en el norte del país afectaron enormemente nuestra agroexportaciones dejándose de enviar del 20% a 40% de la cantidad planificada, generando sobrecostos en toda la cadena. Si bien es cierto, se continuó enviando (productos mediante embarques) pero con sobrecostos debido al corte de carreteras de campo hacia el puerto”.

3.1.6. Diagnóstico de situación actual de aguas residuales

Actualmente en Quicornac SAC los productos manufacturados son: puré de mango aséptico, puré de mango congelado, concentrado congelado de maracuyá 50° BX y jugo congelado de maracuyá 14° BX (ver figura N°7 – 9 y 10) los cuales para su producción requieren grandes volúmenes de agua (ver tabla N°10).

Para poder satisfacer estas grandes cantidades de agua que requiere el proceso Quicornac SAC cuenta con la autorización para la explotación un pozo a tajo abierto según R.D. N°356 – 2013 – ANA – AAA JZ – V (ver Anexo N°06). La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la encargada de regular el uso del agua subterránea y supervisar el pago de la retribución económica, siendo este el pago que en forma obligatoria debe abonar Quicornac SAC al Estado en contraprestación por su uso. Este pago se fija por m³ de agua subterránea utilizada, independientemente cualquiera sea la forma del derecho de uso y de su origen, según la Ley de Recursos Hídricos.

Las aguas residuales resultantes de los procesos manufacturados por Quicornac SAC proveniente de su planta de “frutas procesadas y zona de extracción” actualmente pasan por un sistema de tratamiento preliminar (ver Figura N°26 hasta N°31) para poder cumplir los valores de D.S. N°021-2009-VIVIENDA Valores Máximos Admisibles (VMA) según los parámetros de la CIU 1030 “Elaboración y conservación de frutas” de la R.M. N°116-1212-VIVIENDA (ver Anexo N°01 – 02 – 03 – 04 y 05). A continuación se detalla el sistema de tratamiento preliminar de Quicornac SAC:



Figura 26. Sistema de tratamiento preliminar de las aguas residuales

Fuente: Quicornac SAC

* **En caso de emergencia:** Si se malograran las bombas autocebantes que se encargan de succionar el agua residual hacia el filtro estático se pone en funcionamiento el sistema de rejilla de filtros auxiliar (11).

Características de los equipos del sistema de tratamiento actual de Quicornac SAC

Tabla 22. Equipos y características del sistema de tratamiento preliminar.

Equipo o zona	Caraterísticas
Caja de válvulas mecánicas	02 válvulas de control de flujo. (ver figura N°01)
Rejilla de filtros	Lámina con un grosor de 2 mm y rejilla con orificios de 8 mm.
Bomba autocebante	Bomba autocebante N°01: 5 HP (440 v) Bomba autocebante N°02: 5 HP (440 v)
Boya de nivel para bomba autocebante	Interruptor boya de nivel N°01 Bip Stop Interruptor boya de nivel N°02 Bip Stop
Filtro estático	Lámina con un grosor de 2 mm y rejilla con orificios de 6 mm.
Bomba de zona cárcamo	Bomba N°01: 7,5 HP (440 v) Bomba N°02: 7,5 HP (440 v)
Boya de nivel para bomba de zona cárcamo	Interruptor boya de nivel N°03 Bip Stop Interruptor boya de nivel N°04 Bip Stop
Tubería de 6 pulgadas	Flujo de agua residual
Tubería de 4 pulgadas	Flujo de agua residual

Fuente: Quicornac SAC

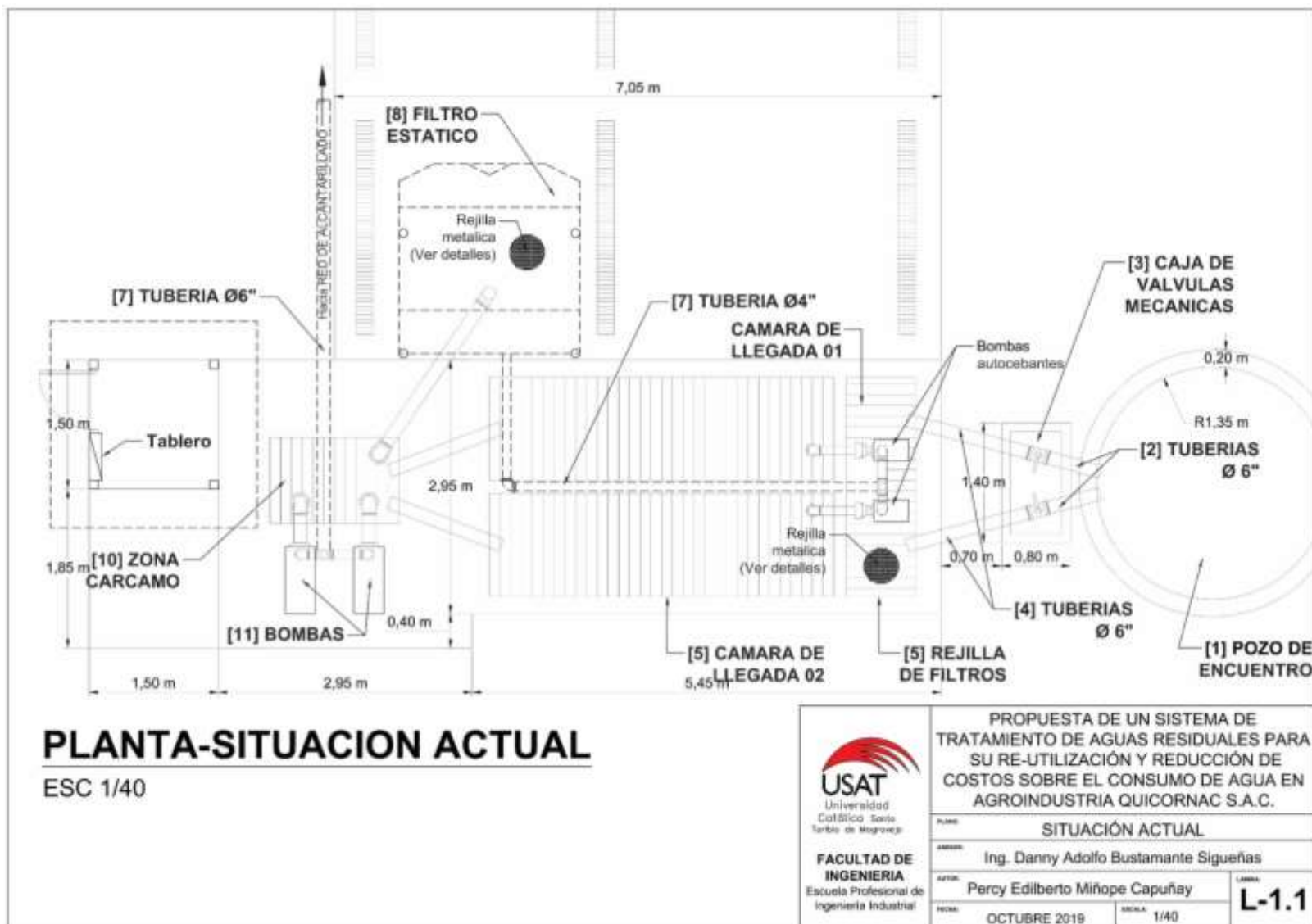


Figura 27. Sistema de tratamiento preliminar de las aguas residuales en Quicornac SAC

Fuente: Quicornac SAC

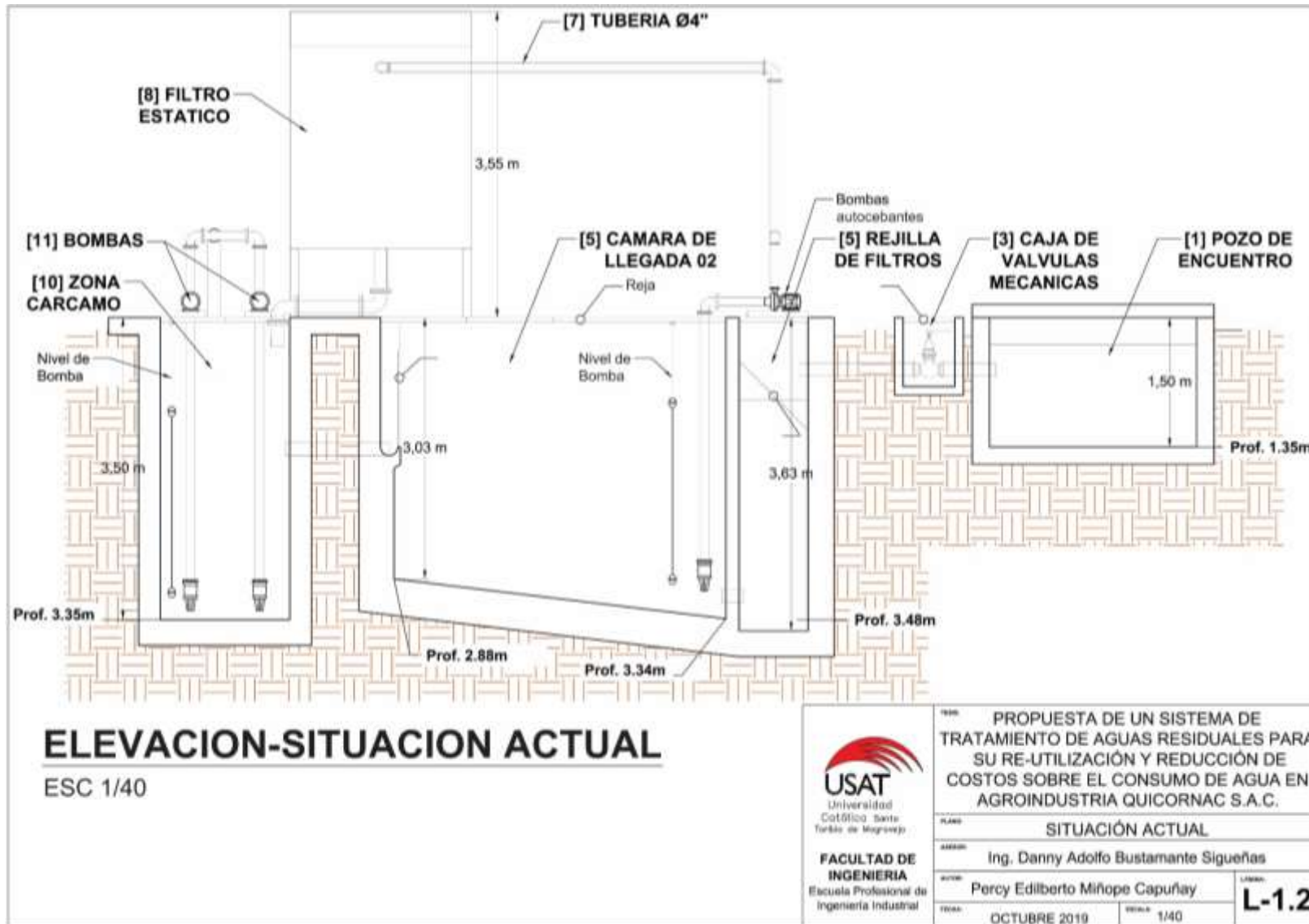


Figura 28. Elevación - sistema de tratamiento preliminar de las aguas residuales Quicornac

Fuente: Quicornac SAC

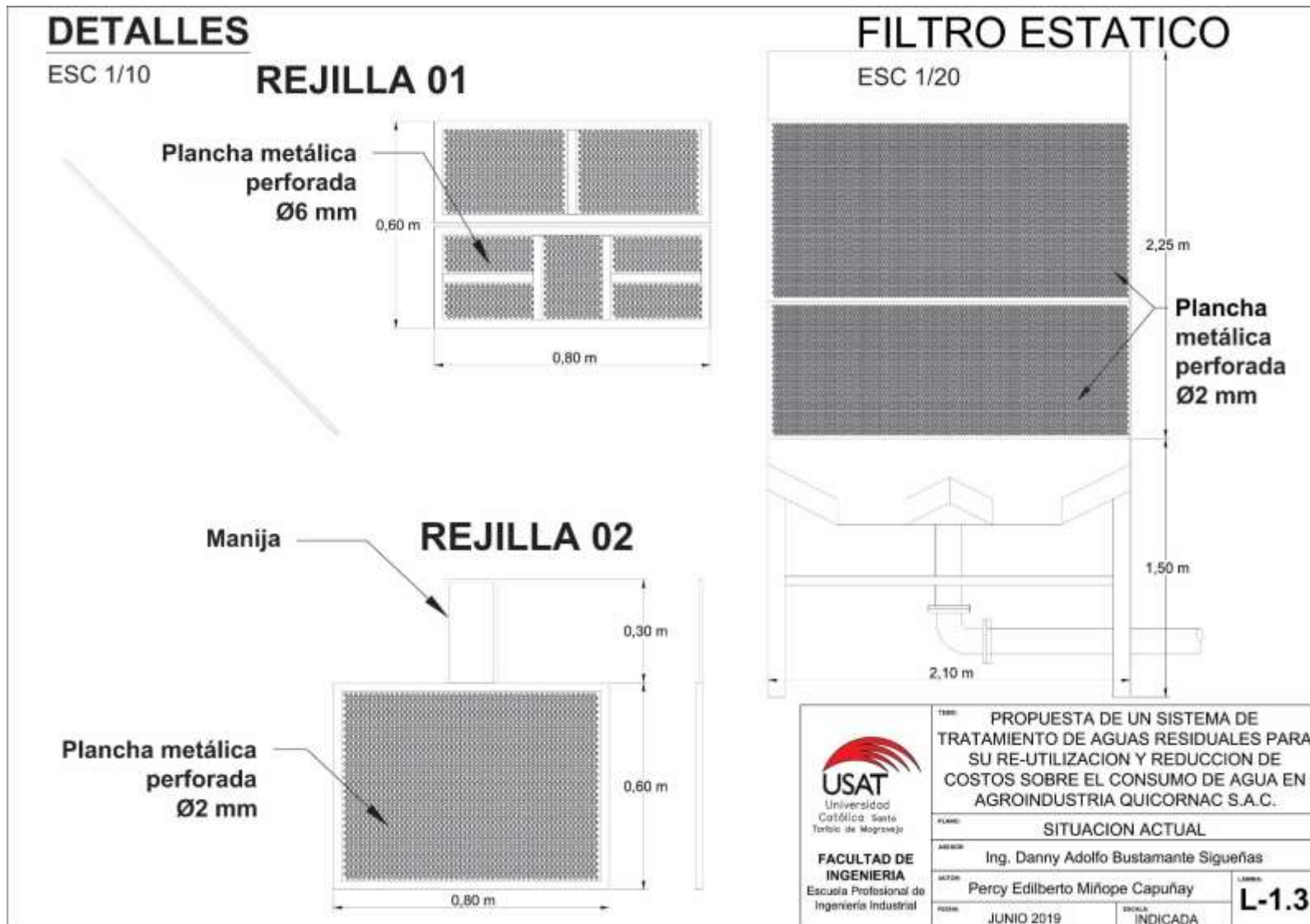


Figura 29. Detalles del sistema de tratamiento preliminar.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 30. Caja de válvulas mecánicas y sistema de rejilla de filtros.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 31. Pozo de encuentro y filtro estático.

Fuente: Quicornac SAC

Funcionamiento del sistema de tratamiento preliminar en Quicornac SAC (ver figura N°27 hasta N°31).

Las aguas residuales provenientes de los diversos procesos se acumulan en la caja de desague o “pozo de encuentro” (1), posteriormente son dirigidas a través tuberías de 6 pulgadas (2) en donde se conectan con una caja de válvulas mecánicas (3) las cuales regulan el flujo de las aguas (son únicamente cerradas cuando se le da mantenimiento al sistema) hacia una cámara de llegada #01 (dividida en dos compartimientos) mediante una tubería de 6 pulgadas (4). El agua es vertida hacia esa zona y pasada por una rejilla de filtros (5) que tiene la finalidad retener sólidos gruesos (pedúnculo de maracuyá, semillas, pepas, cáscaras). Seguido a ello, el agua residual se dirige hacia una cámara de llegada #02 (6) en donde se encuentran 02 bombas autocebantes las cuales son accionadas mediante boyas de nivel permitiendo así succionar el agua residual y dirigirla a través de tuberías de 4 pulgadas (7) hacia el filtro estático (8). El filtro estático tiene la finalidad retener aquellos sólidos que no han podido ser separados en la primera rejilla de filtro (semillas y cáscaras pequeñas y delgadas). Posteriormente, el agua residual es enviada mediante tuberías de 6 pulgadas hacia la zona cárcamo (10) en donde se encuentran 02 bombas (11) las cuales son accionadas mediante boyas de nivel permitiendo así succionar el agua residual y dirigirla a través de tuberías de 6 pulgadas (7) hacia la red de drenaje de la Ciudad de Olmos (10) teniendo Quicornac SAC la conexión de alcantarillado N°239 – 2012.

Adicional a ello, el departamento de Seguridad Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA) monitorea tanto el pH y temperatura siguiendo los siguientes parámetros:

Tabla 23. Parámetros de pH y Temperatura.

Parámetro	Unidad	VMA ⁽¹⁾⁽²⁾
pH	Unidad de pH	6-9
Temperatura	°C	<35
(1) VMA = valores máximos admisibles para aguas residuales no domésticas		
(2) CIU 1030: elaboración y conservación de frutas		

Fuente: Quicornac SAC

Sí el pH no se mantuviera dentro de los parámetros establecidos:

- **Sí el pH > 9:** Se le adiciona a las aguas residuales una solución peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en una concentración de 500 ppm.
- **Sí el pH < 6:** Se le adiciona a las aguas residuales una solución hidróxido de sodio (NaOH) al 1,5%.

Después de monitorear las aguas residuales estas son vertidas bajo los parámetros normados al drenaje de la Ciudad de Olmos teniendo Quicornac SAC la autorización y conexión de alcantarillado N°239 – 2012 – EPSEL.

A continuación, se detalla el promedio de los resultados de los monitoreos de las características del agua residual según pH y temperatura a lo largo del año 2018 en Quicornac SAC:

Tabla 24. Medición de pH y temperatura promedio mensual 2018 (°C).

MESES	pH (6-9)	Temperatura (°C)
ENERO	7,50	25,10
FEBRERO	7,30	27,41
MARZO	7,39	26,89
ABRIL	7,60	26,32
MAYO	7,40	25,56
JUNIO	7,42	27,24
JULIO	7,31	26,72
AGOSTO	7,36	26,53
SEPTIEMBRE	7,24	24,25
OCTUBRE	7,15	23,87
NOVIEMBRE	7,10	24,10
DICIEMBRE	7,34	24,78
PROMEDIO	7,34	25,73

Fuente: Quicornac SAC

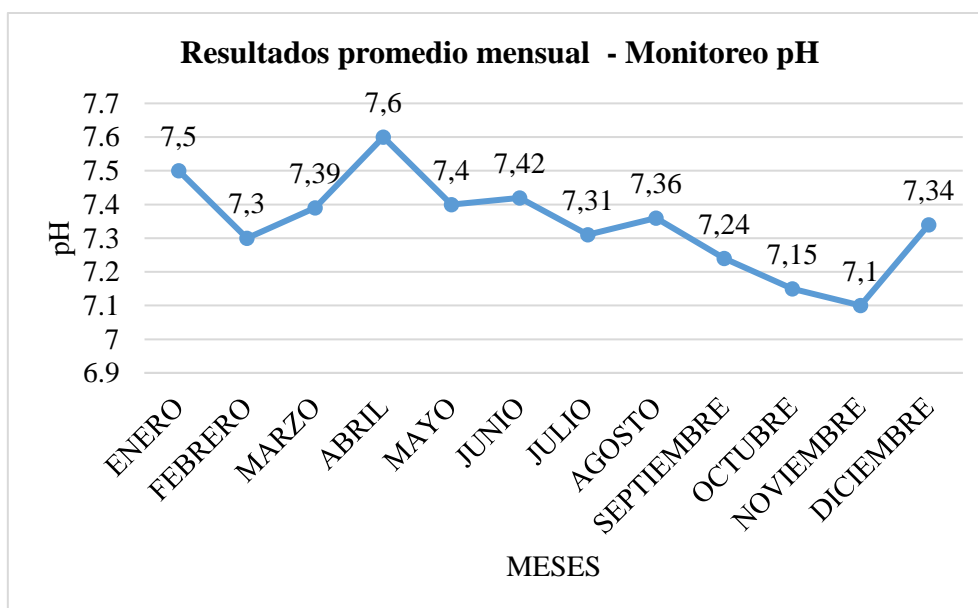


Figura 32. Resultados de monitoreo pH 2018.

Fuente: Quicornac SAC

Como se puede inferir a partir de la tabla N°24 y figura N°32 el parámetro potencial de hidrógeno – pH del efluente final se mantuvo constante y dentro de la norma de descarga al sistema de alcantarillado público indicado y exigido por la normativa peruana con un promedio de 7,34.

En los meses de septiembre, octubre y noviembre se registró una disminución de los valores, esto se debe a que la producción disminuye en esos períodos por la escasez de materia prima.

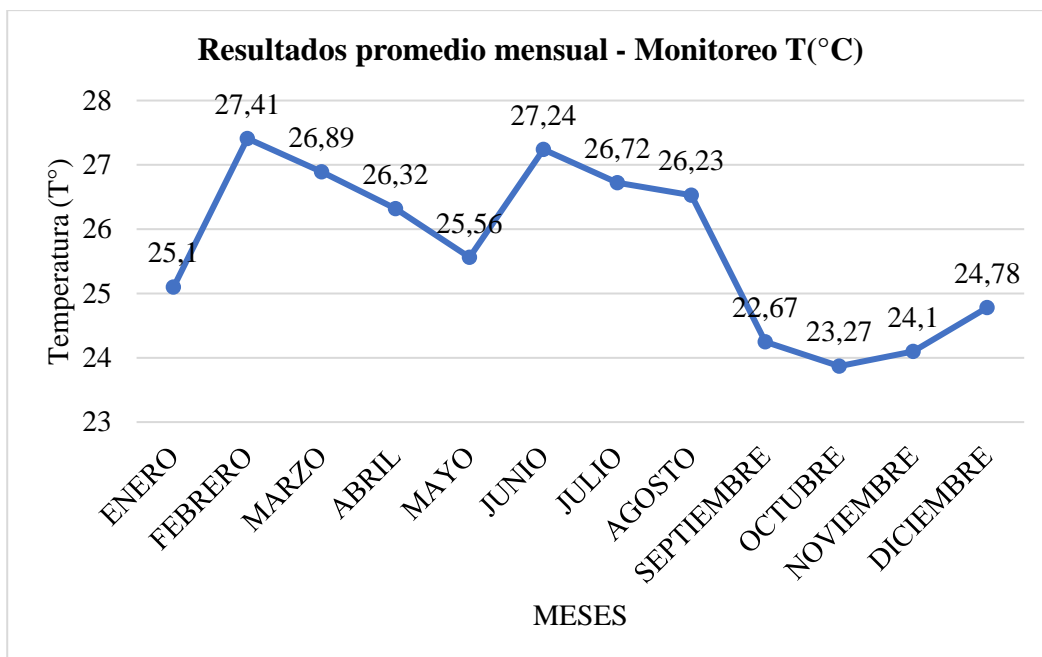


Figura 33. Resultados de monitoreo temperatura (°C) 2018.

Fuente: Quicornac SAC

Así mismo, a partir de la tabla N°24 y figura N°33 el parámetro de temperatura (°C) del efluente final se mantuvo constante y dentro de la norma de descarga al sistema de alcantarillado público indicado y exigido por la normativa peruana con un promedio de 25,92.

En los meses de septiembre, octubre y noviembre se registró una disminución de los valores, esto se debe a que la producción disminuye en esos períodos por la escasez de materia prima.

3.1.6.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA CUMPLIR NORMATIVA PERUANA

En el mes de enero del año 2018 Quicornac SAC contrató a la empresa COLECBI SAC (ente de evaluación de la conformidad dedicado a la prestación de servicios de ensayos de laboratorio acreditado por el INACAL y registrado en PRODUCE) para que efectuará una caracterización físico química de las aguas residuales proveniente de los diversos procesos.

La evaluación de la calidad de agua residual no doméstica se realizó tomando como referencia los valores de D.S. N°021-2009-VIVIENDA Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y su modificatoria D.S. N°001-2015-VIVIENDA.

La Tabla N°26 presenta los parámetros seleccionados para la CIU 1030 “Elaboración y conservación de frutas” de la R.M. N°116-1212-VIVIENDA.

La estación de muestreo seleccionada fue el tanque de almacenamiento de aguas residuales industriales en la zona de cárcamo (ver tabla N°25 y Anexo N°05).

Tabla 25. Ubicación de la estación de muestreo de agua residual no doméstica.

ESTACIÓN	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM			OBSERVACIÓN
		Norte	Este	Altitud	
EF-01	Efluente zona de cárcamo	9,33	638,64	180	Lateral al costado de separador de cárcamo

Fuente: Informe de Ensayo COLECBI SAC N°N°20180118-004 y registro de campos aguas residuales en Quicornac SAC

Tabla 26. Resultados del análisis físico químico de las aguas residuales.

PARÁMETRO	UNIDAD	Resultados 22/01/18 – 15:00	VMA ⁽¹⁾ CIU 1030 ⁽²⁾
ENSAYOS DE CAMPO			
Ph	Unidad de pH	7,22	6-9
Temperatura	°C	25	<35
ENSAYOS QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	305	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	436	1000
Aceites y grasas	mg/L	17	100
Sólidos sedimentables	ml/L/h	2	8,5
VMA = valores máximos admisibles para aguas residuales no domésticas CIU 1030: elaboración y conservación de frutas			

Fuente: Informe de Ensayo COLECBI SAC N°20180118-004 y registro de campos aguas residuales en Quicornac SAC.

Después de obtenidos los resultados de la caracterización físico química de la calidad del agua residual se llegó a la conclusión de que Quicornac SAC cumple con los Valores Máximos Admisibles del D.S. N°021-2009-VIVIENDA y su modificatoria D.S. 001-2015-VIVIENDA para los parámetros normados a actividades con CIU 1030 en la R.M. N°116-2012-VIVIENDA (ver tabla N°26)

Así mismo, Quicornac S.A.C también contrató a la empresa **MONCADA INSPEC E.I.R.L.** (consultora ambiental) para que efectuara un monitoreo ambiental ocupacional e interpretara los resultados con respecto calidad de aire, emisiones gaseosas de fuentes fijas, calidad de agua residual no doméstica y ruido en el ambiente de trabajo.

La interpretación con respecto al muestreo de la calidad de agua residual no doméstica detallado en su informe “*Interpretación de resultados del monitoreo ambiental de Quicornac SAC Olmos – Lambayeque*” precisa que la empresa cumple con los parámetros establecidos por la normativa.

3.1.6.2. RESULTADOS DE MEDICIÓN DE CAUDAL

En el mes de febrero del año 2017 Quicornac SAC contrató a la empresa SPENA GROUP para que efectuara la medición del caudal de las aguas residuales provenientes de los diversos procesos.

Se realizó del lunes 20 de febrero al miércoles 22 de febrero.

Tabla 27. Programa de monitoreo.

Lugares de monitoreo	Inicio		Fin		Tiempo de medición
	Día	Hora	Día	Hora	Horas
Zona cárcamo	20-feb	14:00	22-feb	17:00	51

Fuente: Informe medición de Caudal de efluentes en Quicornac SAC SPENA GROUP.



Figura 34. Ubicación en zona cárcamo del equipo de medición.

Fuente: Informe medición de Caudal de efluentes en Quicornac SAC SPENA GROUP.

Realizado durante 51 horas. A continuación se detallan los resultados de la medición de caudal los flujos diarios y horarios, obtenidos en cada día de medición:

- La figura N°35 muestra el comportamiento del caudal horario del monitoreo realizado entre las 14:00 y 23:00 horas del 20 de febrero. El caudal horario (Q_h) fluctuó entre 30,6 y 50 m^3/h y tuvo un promedio de 38,8 m^3/h .

El volumen obtenido fue 387,9 m^3 o expresado en caudal diario (Q_d) igual a 10,8 lps.

Así mismo, tal como se puede observar el mayor caudal igual a 50 m^3/h fue obtenido entre las 21:00 y 22:00 horas, periodo que corresponde con las actividades que competen al segundo turno de 19:00 y 07:00 horas.

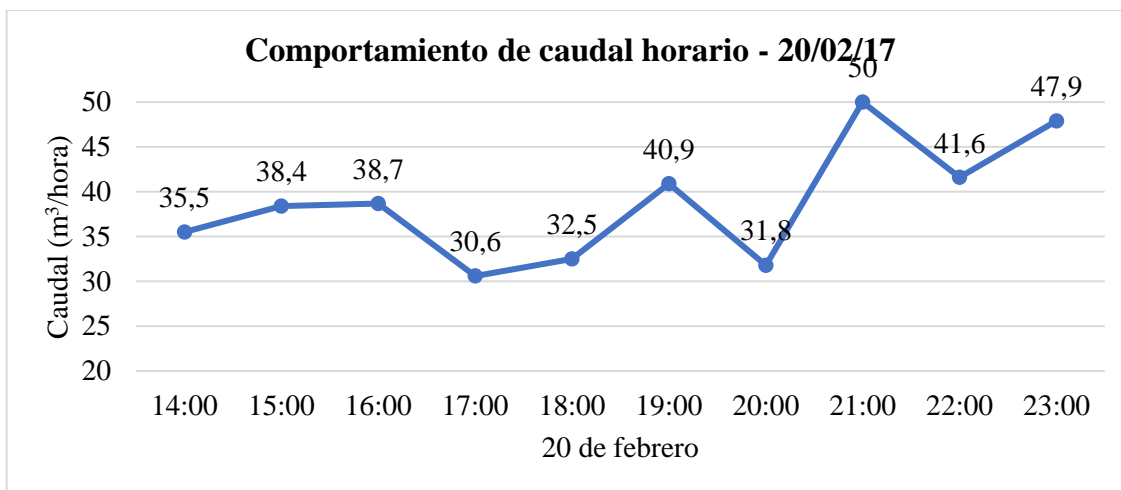


Figura 35. Comportamiento de caudal horario el 20 de febrero.

Fuente: Informe medición de Caudal de efluentes en Quicornac SAC SPENA GROUP.

- La figura N° 36 muestra el comportamiento del caudal horario del monitoreo realizado durante las 00:00 horas y 23:00 del 21 de febrero. El caudal horario (Qh) fluctuó entre 7,3 y 45,2 m³/h y tuvo un promedio de 31,9 m³/h. El volumen obtenido fue 740,3 m³ o expresado en caudal diario (Qd) igual a 8,9 lps. Así mismo, tal como se puede observar el mayor caudal registrado es igual a 45,2 m³/h que se dio entre las 11:00 y 12:00 horas durante el turno de primer turno de 07:00 a 19:00 horas.

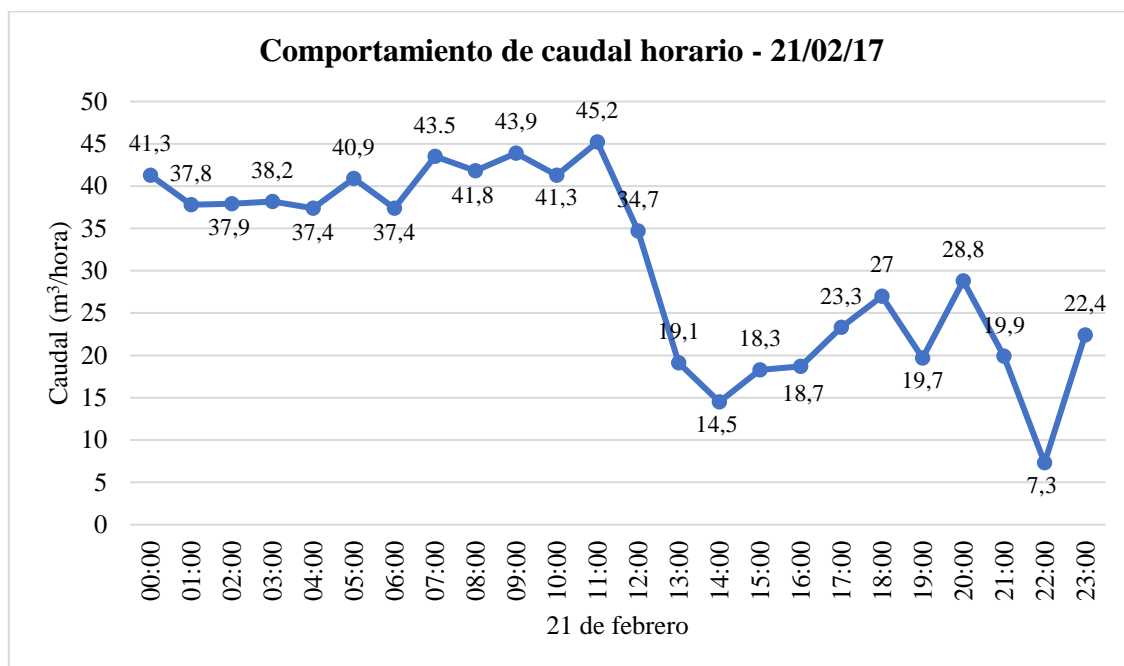


Figura 36. Comportamiento de caudal horario el 21 de febrero.

Fuente: Informe medición de Caudal de efluentes en Quicornac SAC SPENA GROUP

- La figura N° 37 muestra el comportamiento del caudal horario del monitoreo realizado durante las 00:00 horas y 16:00 del 22 de febrero. El caudal horario (Qh) fluctuó entre 0 y 44,32 m³/h y tuvo un promedio de 19,9 m³/h. El volumen obtenido fue 283,5 m³ o expresado en caudal diario (Qd) igual a 5,51 lps. Así mismo, el mayor caudal registrado igual a 44,3 m³/h se dio entre las 00:00 y 01:00 horas de la mañana.

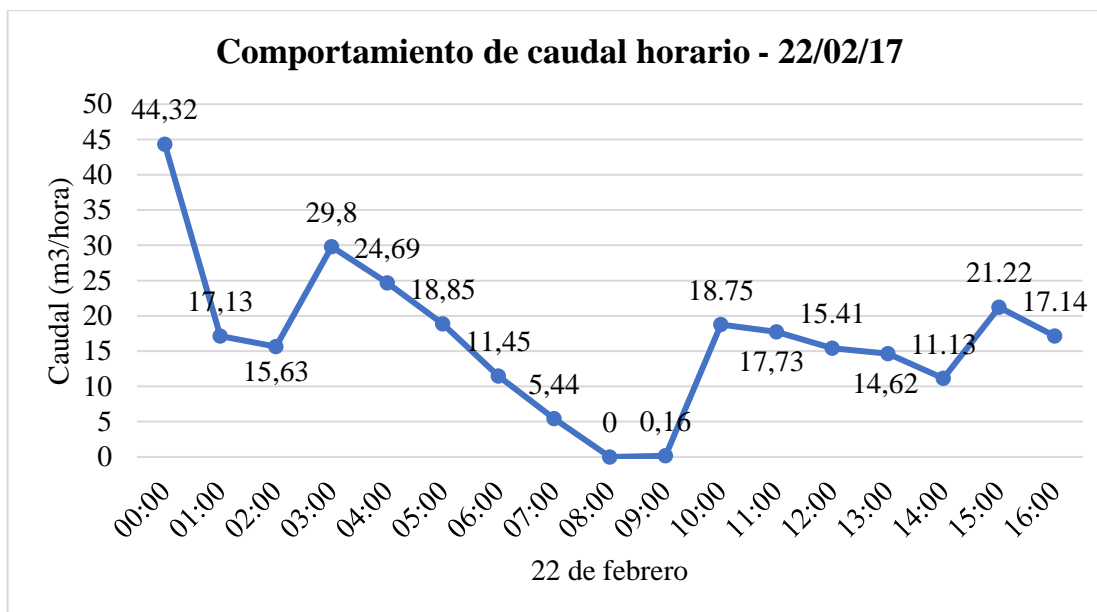


Figura 37. Comportamiento de caudal horario 22 de febrero.

Fuente: Informe medición de Caudal de efluentes en Quicornac SAC SPENA GROUP

Como conclusión, durante el periodo de medición desde el lunes 20 a las 14:00 horas hasta el miércoles 22 de febrero a las 17:00 se determinó un caudal promedio de efluentes de 29,22 m³/h, un flujo horario máximo de 50 m³/h y un caudal medio diario de 701,25 m³/día, es decir 701 250 l/día (medición 24 horas).

Las recomendaciones SPENA GROUP fueron:

- Realizar un sistema de tratamiento de aguas para su reutilización en otras actividades de la empresa como riego de cultivos, lavado de máquinas o servicios higiénicos debido a la gran cantidad de efluentes que vierten y que son eliminados directamente al drenaje de la ciudad de Olmos. Esto representa una oportunidad de mejora para la empresa.

3.1.6.3. RECOMENDACIONES DE ORGANISMOS TÉCNICO - ESPECIALIZADOS PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC SAC

Según A. Duek [3] el 54,3% del total de efluentes generados por la Agroindustria de Mendoza, Argentina es originada por las agroindustrias de *conservas frutales*, el 21,2% deriva de los establecimientos elaboradores de verduras, el 18,2% corresponde a las aguas residuales de las industrias olivícolas y el resto a otros.

Teniendo como referencia la cantidad promedio de agua requerida (492 m³/día) y la cantidad procesada al día (22 toneladas/día) se puede afirmar que Quicornac S.A.C requiere 22,505 m³ para procesar 1 tonelada de materia prima.

A. Duek. [3] establece coeficientes de consumo de agua en agroindustrias, específicamente en las conserveras y procesadoras de frutas, en el que indica que para este tipo de industria se utiliza un promedio de 18 m³ de agua por 1 tonelada de materia prima procesada. A partir de ello se puede afirmar que Quicornac SAC consume un 25,09% más de agua que el promedio de la industria.

Es por ello que organismos técnicos especializados se han visto en el menester de estipular recomendaciones para la disminución del consumo del recurso agua, y que por consecuencia, disminuya la cantidad de agua vertida al drenaje de la ciudad de Olmos.

La empresa **MONCADA INSPEC E.I.R.L.** (consultora) la cual efectuó el monitoreo ambiental en Quicornac S.A.C hizo las siguientes recomendaciones detallado en su informe *“Interpretación de resultados del monitoreo ambiental de quicornac SAC Olmos – Lambayeque - 2018”* con respecto al agua residual no doméstica.

- Quicornac SAC debe mantener y realizar constantemente la evaluación de los parámetros de la calidad de agua residual especificados en la RM 116-2012-VIVIENDA.
- La empresa (Quicornac SAC) cumple con los parámetros exigidos por la normativa peruana, sin embargo se debe establecer planes de mejora en la reducción del consumo de volumen agua consumida y la reutilización de la misma, ya que actualmente vierte una gran cantidad residual diaria al drenaje de la Ciudad de Olmos.

La OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización ambiental), ente público técnico especializado, el cual es parte de Ministerio del Ambiente, encargado ejecutar fiscalizaciones ambientales con la finalidad de conservar un equilibrio idóneo entre la inversión privada en actividades operativas industriales y la protección ambiental visitó a Quicornac SAC en septiembre del 2017. En 2018 no se registró visita.

Los principales hallazgos encontrados por la OEFA y detallado en su INFORME N°400 – 2017 – PRODUCED/DVMYPE – I/DGSFS-DSF: Quicornac SAC cumple con los parámetros establecidos de acuerdo con normativa de las aguas residuales que genera sin embargo ***no realiza ningún tipo de acciones que les permita reaprovechar las grandes cantidades de agua que son eliminadas directamente al drenaje de Olmos. Debe proponerse metas al corto plazo.***

En julio del 2018 se realizó en Quicornac SAC una auditoría interna con la metodología SMETA – 6 pilares (auditoria de comercio ético y responsabilidad social - creada por SEDEX). Los principales hallazgos encontrados y detallado en el INFORME Y PLANES DE ACCIÓN CORRECTIVAS (Solicitud de Acciones Correctivas y preventivas – Quicornac Perú – 01 Medio Ambiente): ***Quicornac SAC sigue sin establecerse metas propuestas para la disminución del uso de recursos (agua, energía y emisiones de gases de efecto invernadero) dentro de sus actividades en el departamento.***

3.2. Caracterización fisicoquímica de las aguas residuales y elección del tratamiento

3.2.1. Resultados de análisis fisicoquímico de las aguas residuales

La caracterización de las aguas residuales de Agroindustria Quicornac SAC tiene como finalidad determinar las características fisicoquímicas del agua y las concentraciones de los parámetros para la reutilización de esta.

En el mes de junio del año 2018 Quicornac SAC contrató a la empresa COLECBI SAC (organismo de evaluación de la conformidad dedicado a la prestación de servicios de ensayos de laboratorio acreditado por el INACAL y registrado en PRODUCE) para que

efectuará una caracterización físico química de las aguas residuales proveniente de los diversos procesos (Ver anexo N°09).

El método de muestreo y caracterización que efectuó COLECBI SAC es el que se describe a continuación:

ENSAYOS DE CAMPO (en base a procedimientos estándares ASTM D6764)

- **pH:** se utilizó un potenciómetro portátil con compensación por temperatura. Previo a la medición se calibró la sonda con soluciones estándares vigentes de pH 4.0 - 7.0 y 10.0.
- **Temperatura:** se sumergió parcialmente el termómetro de termo-par en la muestra de 1 litro. El termómetro se mantuvo en posición vertical por 5 minutos hasta la estabilización de la lectura.

ENSAYOS DE QUÍMICOS:

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** se realizó la medición en base al método SM521B, en el cual se tomó la muestra en un frasco plástico de 1 litro, cubriendo el volumen total del mismo. Para analizarla, se efectuó una dilución de una solución salina, la cual se introduce un fermento bacteriológico permitiendo la reducción de materia orgánica. Se tomó una medición de oxígeno al momento de realizar el análisis y se evaluó el frasco de muestra al quinto día, midiendo el oxígeno residual. De acuerdo a la diferencia de ambos, multiplicada por la dilución se obtuvo el cálculo de la DBO₅.
- **Aceites y grasas:** se realizó la medición en base al método SM520B, en el cual se tomó la muestra en un frasco de vidrio de 1 litro, se preservó añadiendo ácido sulfúrico para conseguir un pH menor a 2. Se colocó en refrigeración. Para analizarla se adicionó a la muestra una cantidad medida de n-hexano, el cual permite absorber todas las grasas, llevándolas a la capa superior. Se retiró el agua y se dejó solamente la fase de hexano, el cual es puesto a destilación en un matraz previamente pesado, hasta su evaporación final. El residuo sólido que quedó en el matraz, es luego pesado y en base a la diferencia se pudo determinar el contenido de aceites y grasas.
- **Demanda Química de Oxígeno:** se realizó la medición en base al método SM5220. Se tomó la muestra en un frasco de plástico de 300 ml. Se preservó con acidificación a un pH ≤ 2 utilizando ácido sulfúrico concentrado. Se sometió a reflujo la muestra en una solución ácida fuerte con un exceso conocido de dicromato de potasio. Después de la digestión el dicromato no reducido que quede se titula con sulfato ferroso amoniacal para determinar la cantidad de dicromato consumido y calcular la materia orgánica oxidable en términos de equivalente de oxígeno.
- **Sólido sedimentable:** se realizó la medición en base al método SM2540F. Se tomó la muestra en un frasco de 1 litro. Para el análisis se homogenizó la muestra e inmediatamente se llena en un cono Imhoff hasta la marca de 1 L; se dejó

sedimentar por 45 minutos. Luego se removió suavemente las paredes con una varilla para facilitar la sedimentación de los sólidos adheridos a las mismas, se mantuvo en reposo por 15 minutos adicionales y se registró el volumen de sólidos sedimentados en el cono.

Tabla 28. Ubicación de la estación de muestreo de agua residual no doméstica.

ESTACIÓN	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM			OBSERVACIÓN
		Norte	Este	Altitud	
EF-01	Efluente zona de cárcamo	9,33	638,648	180	Lateral al costado de separador de cárcamo

Fuente: Informe de Ensayo COLECBI SAC N°20170628-004 y registro de campos aguas residuales en Quicornac SAC



Figura 38. Punto de muestreo. Zona cárcamo.

Fuente: Quicornac SAC

Tabla 29. Resultados del análisis físico químico de las aguas residuales en Agroindustria Quicornac S.A.C. 2018

PARÁMETRO	UNIDAD	Resultados 15/05/18 – 15:40 h	VMA ⁽¹⁾ CIU 1030 ⁽²⁾
ENSAYOS DE CAMPO			
pH	Unidad de pH	8,09	6-9
Temperatura	°C	25	<35
ENSAYOS QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	418	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	320	1000
Aceites y grasas	mg/L	10	100
Sólidos sedimentables	ml/L/h	8,1	8,5
ENSAYO MICRIBIOLÓGICO Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes termotolerantes	NMP/ml	820	-

Fuente: Informe Fuente: Ensayo COLECBI SAC N°20180516-003 y registro de campos aguas residuales en Quicornac SAC/ Informe de Ensayo VIRCALAB N°20180712-003

El análisis físico químico que se realizó para evaluar la calidad del agua residual de Quicornac SAC (ver tabla N°29) permitió determinar con certeza que actualmente la empresa cumple con los Valores Máximos Admisibles del D.S. N°021-2009-VIVIENDA y su modificatoria D.S. 001-2015-VIVIENDA para los parámetros normados a actividades con CIU 1030 “Elaboración y conservación de frutas” en la R.M. N°116-2012-VIVIENDA

Sin embargo, el presente proyecto tiene la finalidad reutilizar el agua en riego de plantas de tallo alto y bajo, en la cual los parámetros como aceites y grasas (10 mg/L), DBO₅ (418 mg/L), DQO (320 mg/L), exceden a los valores del al D.S. N° 004 – 2017 MINAM – riego de vegetales (ver tabla N°30) por lo cual es necesario un sistema de tratamiento adicional para que sea utilizada con estos fines.

Tabla 30. Parámetros para riego de vegetales según D.S. N° 004-2017-MINAM

Parámetros	Unidad de medida	Riego de vegetales		Resultados 15/05/18 – 15:40 h
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	
FÍSICOS – QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	5		10
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		418
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40		320
Potencia de Hidrógeno	Unidad de pH	6,5 – 8,5		8,09
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	1000		820

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM[L3]

3.2.2. Elección del tratamiento idóneo en la empresa Quicornac S.A.C

Realizada la evaluación y caracterización fisicoquímica de las aguas residuales generadas en el proceso productivo de Quicornac SAC y comprendido las principales ventajas y desventajas de los diversos tratamientos que potencialmente pueden ser aplicados específicamente en la industria conservera de frutas, es propicio proceder a la elección del sistema de tratamiento más adecuado.

Como se describió con anterioridad, actualmente la empresa Quicornac S.A.C cuenta con la instalación y funcionamiento de un sistema de tratamiento preliminar en base a un sistema de rejillas y filtro estático, el cual le permite cumplir los valores de D.S. N°021-2009-VIVIENDA Valores Máximos Admisibles (VMA) según los parámetros de la CIU 1030 “Elaboración y conservación de frutas” de la R.M. N°116-1212-VIVIENDA es por ello que se plantea complementar este sistema con un tratamiento primario, secundario o terciario según sea conveniente.

3.2.2.1. USO DEL MÉTODO DE FACTORES PONDERADOS PARA LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO

Para la evaluación y determinación del tratamiento de agua residual más adecuado se tomó como base la información del apartado 2.1. correspondiente a los antecedentes correspondiente al marco teórico y el 2.2.4. correspondiente a las bases teóricas científicas (*Tratamientos de aguas residuales*) en donde identificó los diferentes tipos-sistemas de tratamiento describiendo sus principales características. También se empleó el método de factores ponderados basándose en criterios de evaluación de manera cuantitativa y cualitativa descrito en el inciso 2.2.6. correspondiente a *las bases teóricas científicas* (criterios para la elección del mejor tratamiento) que permitió escoger los diversos tratamientos que ayudaron a disminuir los parámetros hasta obtener un agua con las características que permita ser reutilizada. Para ello, se realizó diversos cuadros comparativos de los potenciales métodos a emplear y de esta forma comparar las diferentes características más importantes de cada uno de ellos seleccionando el más conveniente. Fue de vital importancia plantear un sistema que faculte la posibilidad de reutilizar el agua y disminuir la gran cantidad de efluentes que son vertidos al drenaje de la Ciudad de Olmos.

Según A. Noyola, J. Morgan y L. Guereca [16]:

a) Eficiencia de remoción de contaminantes por tecnologías.

Se debe tener en cuenta que la incorporación y elección de un tratamiento se determina en gran medida en función de la calidad deseada del efluente. Se fijó a partir de los requerimientos y especificaciones para su reúso en riego agrícola.

Tabla 31. Porcentajes de remoción de tratamientos elegidos.

Tipo de tratamiento	% de remoción	Referencia
Coagulación – Flocculación	<i>Materia total suspendida</i> (80% al 90%) <i>DBO⁵</i> 40% al 70%, <i>DQO</i> 30% al 40%, <i>Coloides, lodos y bacterias</i> 80 al 90 %	- [4] J. Chalen, M. Peñafiel y A. Saltos - [7] C. Leite et. al. - [20] P. Ashurst
Lodos activados	<i>DQO</i> 85 – 90% <i>DBO⁵</i> 85 – 90% <i>Sólidos suspendidos totales</i> 85 – 90% Aceites y grasas 63% <i>Coliformes termotolerantes</i> 85 - 90%	- [4] J. Chalen, M. Peñafiel y A. Saltos - [5] A. Llana - [18] M. Seoanez - [20] P. Ashurst
Lagunas de estabilización	<i>DBO⁵</i> 70 – 85% DQO 60-80% Nitrógeno 10-15% Coliformes fecales 60 – 99%	- [18] M. Seoanez - [20] P. Ashurst
Procesos anaerobios	DBO y DQO: 80-90%, Sólidos suspendidos 90%	[20] P. Ashurst

La remoción de la carga contaminante de los tratamientos seleccionados debe disminuir DBO, DQO y SST que son los parámetros que exceden a los requerimientos para su reutilización. La tabla N° 31 evidencia el porcentaje de remoción de carga orgánica de los tratamientos evaluados.

b) Generación de lodos por distintos tratamientos evaluados

Este criterio determina la cantidad de residuos sólidos (lodos) generado por el tratamiento seleccionado, el cual debe ser estimado. Debe considerarse aspectos como su disposición durante el tratamiento, costo de tratamiento y disposición final. La tabla N° 32 presenta la generación de lodos por los distintos tratamientos evaluados.

Tabla 32. Generación de lodos.

Tipo de tratamiento	Generación de residuos sólidos	Referencia
Coagulación-Floculación	Generación media de lodos tratamiento adicional.	- [4] J. Chalen, M. Peñafiel y A. Saltos
Lodos activados	Generación alta de lodos Tratamiento adicional.	- [21] R. Ramalho.
Lagunas de estabilización:	Generación baja de lodos.	- [21] R. Ramalho.
Procesos anaerobios	Generación media de lodos tratamiento adicional.	- [17] S. Calvo.

c) Requerimiento de área.

El análisis de este factor nos permite conocer si Quicornac SAC cuenta con área disponible de acuerdo a las necesidades según el área de terreno del tratamiento. El tratamiento seleccionado fue que el que ocupó menos área. La figura N°39 - 40 muestra la disponibilidad total de terreno en Quicornac SAC

Tabla 33. Requerimiento de área para los diversos tratamientos evaluados.

Tipo de tratamiento	Requerimiento de área	Referencia
Coagulación - Floculación	Área requerida pequeñas, grandes volúmenes en espacios reducidos.	- [12] R. Isla.
Lodos activados	Área requerida pequeñas, opera en una variedad de índices de carga orgánica.	- [21] R. Ramalho.
Lagunas de estabilización:	Área requerida grandes	- [21] R. Ramalho.
Procesos anaerobios	Área requerida pequeñas, permitiendo depurar aguas residuales con gran cantidad de carga orgánica.	- [21] R. Ramalho.



Figura 39. Disponibilidad de terreno para instalación.

Fuente: Google Maps.



Figura 40. Disponibilidad actual de terreno para instalación.

Fuente: Quicornac SAC

d) Disponibilidad y tecnología ampliamente probada.

Para evaluar este criterio se tomó en cuenta cuán asequible es la compra de tecnología dentro del contexto del proyecto (entorno). Es decir, si existe dentro del ámbito nacional o regional los equipos necesarios de los sistemas de tratamientos que se están evaluando (ver tabla N°34).

Así mismo, este criterio también valoró si existen en el país (ámbito regional o nacional) PTAR que actualmente hayan implementado el sistema que se está evaluando. El conocimiento de este contexto aporta mayor confianza y adaptabilidad del sistema hacia lo que quiere Quicornac SAC

En este sentido, la información sobre PTAR que estén en estado operativa funciona para prever la operación futura del sistema evaluado y solución de problemas.

Tabla 34. Disponibilidad de tecnología.

Tipo de tratamiento	Requerimiento de área	Referencia.
Coagulación-Floculación	Alta disponibilidad	- [22] L. Wang, Y. Tse Hung, H. Howard y C. Yapijakis.
Lodos activados	Alta disponibilidad	- [21] R. Ramalho.
Lagunas de estabilización:	Alta disponibilidad	- [17] S. Calvo.
Procesos anaerobios	Alta disponibilidad	- [17] S. Calvo.

e) Consumo de energía eléctrica.

Un criterio fundamental que se tiene que considerar en la evaluación de los procesos de tratamientos son los requerimientos de energía, pues conlleva un impacto directo en los costos operativos de la PTAR.

Los procesos que requieran menor consumo de energía fueron considerados como la mejor opción (ver tabla N°35).

Tabla 35. Nivel de consumo de energía eléctrica.

Tipo de tratamiento	Consumo de energía eléctrica	Fuente
Coagulación - Floculación	Presenta medianos costes puesto que requiere energía constante.	- [21] R. Ramalho.
Lodos activados	Presentan costes energéticos medios asociados a la aireación.	- [14] M. Eddy.
Lagunas de estabilización	Bajos costes de energía.	- [14] M. Eddy.
Procesos anaeróbicos	Bajos costes de energía.	- [21] R. Ramalho.

f) Costos (inversión, operación y mantenimiento)

En el análisis financiero se consideró los costos del proyecto, siendo un criterio importante para apoyar la decisión de la elección de los procesos (ver tabla N°36).

Inversión: El dinero disponible para la inversión se basa en consideraciones propias de la organización como son la disponibilidad de recursos para llevar a cabo el proyecto, la posibilidad de financiamiento. Se cuenta con una ventaja porque el proyecto se desarrolla dentro de un contexto de inversión privada.

Operación y mantenimiento: Es un criterio de relevancia incluso mayor al del coste de inversión inicial, puesto que un sistema operativo costoso mensual por encima de capacidad de pago de la organización hace factible el abandono del proyecto.

Este criterio abarca los siguientes factores:

- **Costo de insumos:** Dosis de reactivos químicos requeridos para la operación normal del sistema.
- **Gastos administrativos y de personal:** Un sistema complejo requiere mayor infraestructura de nivel organizacional, así como de colaboradores calificados.
- **Costos de mantenimiento:** Un proceso con mayor cantidad de equipos electromecánicos en operación y con un nivel superior de instrumentos ocasiona una mayor necesidad de mantenimiento preventivo o correctivo del sistema.

Tabla 36. Costos (inversión, operación y mantenimiento)

Tipo de tratamiento	Costos	Referencias
Coagulación - Flocculación	Bajo costo de inversión inicial, costo medio por químicos, costo de supervisión de personal calificado, moderado costos de mantenimiento.	- [13] R. Rojas, [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.
Lodos activados	Altos costos por obra civil (inversión inicial), altos costos operacionales, costo de supervisión de personal calificado, alto costos de mantenimiento.	- [13] R. Rojas, [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.
Lagunas de estabilización	Bajo costo de operación por área reducida, presenta bajos costos de construcción, instalación y mantenimiento, bajo coste de insumos.	- [13] R. Rojas, [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.
Procesos anaeróbicos	Inversión inicial alta, bajo costo de operación, costo de supervisión de personal calificado, moderados costes de mantenimiento.	- [13] R. Rojas, [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.

g) Producto para su reutilización:

Este criterio está relacionado con la remoción de carga orgánica de cada proceso evaluado que dará como resultado la calidad y características fisicoquímicas del efluente final. La elección del tratamiento idóneo se hará de acuerdo con el que tenga la mayor remoción de carga orgánica para cumplir parámetros de reutilización de riesgo de plantas de tallo alto y bajo.

h) Operación (flexibilidad, confiabilidad, complejidad, requerimiento de personal, disponibilidad de repuestos)

Factores que tienen relación con el funcionamiento normal de la planta (ver tabla N°37).

- ***Flexibilidad de operación:*** El sistema escogido fue aquel que dentro de su operación acepta variaciones de hidráulicas (caudal), puesto que el sector agroindustrial es variable en cuanto a la producción que está relacionado directamente con la disponibilidad de materia prima y los volúmenes de agua residual generada a diario.
- ***Confiabilidad del proceso:*** Criterio que se basa en la confiabilidad del sistema para una operación permanente mediante la cual pueda suministrar un efluente con los parámetros requeridos sin que falle algún proceso.
- ***Complejidad de la operación del proceso:*** Este criterio está relacionado directamente con los requerimientos de personal. Es muy importante puesto que depende que el proyecto se lleve a cabo según lo planeado.
- ***Requerimientos del personal:*** Criterio directamente relacionado con la complejidad u complicado que pueda ser el proceso. Se recomienda procesos sencillos que sean fácil de manejar para en la medida de lo posible no contar con personal especializado.

i) Condiciones ambientales (influencia de temperatura, gases y olores, contaminación visual).

Este criterio abarca los diversos efectos relacionados con la operación de la planta sobre el ambiente y viceversa (ver tabla N°38).

- ***Influencia de temperatura:*** Se debe conocer la temperatura promedio del sitio donde se desarrolla el proyecto y comprender como afecta el proceso. El proyecto se llevará a cabo en Olmos, donde la temperatura promedio diaria es de 30°C.
- ***Producción de ruido:*** El sistema elegido debe producir un ruido menor a los 80 db que es el valor máximo permitido según normativa. Esto será evaluado del departamento de SSOMA de Quicornac SAC
- ***Producción de malos olores:*** Existen asentamientos humanos (casas) cercanos a la planta de Quicornac SAC.

Tabla 37. Nivel de operación de los diversos sistemas de tratamiento.

Tipo de tratamiento	Operación	Referencias
Coagulación - Floculación	Alta flexibilidad de uso especialmente en aguas con abundante carga orgánica (sector de alimentos).	- [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.
Lodos activados	Funcionamiento sencillo, alta eficiencia de remoción y adaptable a variaciones de caudal.	- [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.
Lagunas de estabilización	Indiferente a variaciones de carga, existe complejidad al extraer los lodos y su disposición final	- [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.
Procesos anaeróbicos	Adaptable a variaciones en el volumen y carga orgánica del agua residual, operación no compleja.	- [14] M. Eddy, [21] R. Ramalho.

Tabla 38. Condiciones ambientales de los diversos sistemas.

Tipo de tratamiento	Condiciones ambientales	Referencias
Coagulación - Floculación	Eliminación de olores en lodos.	- [14] M. Eddy, [17] S. Calvo.
Lodos activados	Producción de olores mínima, Complejidad con almacenamiento de lodos residuales	- [14] M. Eddy, [17] S. Calvo.
Lagunas de estabilización	En el proceso de lagunaje se generan biomasas potencialmente valorizables, generación de olores desagradables, se necesita del sol y de temperaturas constantes, tiempo de retención de 3 a 6 días, sensible a factores como: temperatura, variaciones bruscas de carga, aspecto poco agradable debido a la acumulación de natas.	- [14] M. Eddy, [17] S. Calvo.
Procesos anaeróbicos	Elevados períodos de retención entre 30 - 60 días, mayor tiempo de residencia en el reactor y genera mal olor de lodos.	- [14] M. Eddy, [17] S. Calvo.

3.2.2.2. Confrontación de los factores evaluados

Posteriormente, luego de haber efectuado el análisis de cada criterio, se procedió a establecer un carácter (letras) a cada factor independiente, para que de esta manera efectuar una apreciación e interpretación en la matriz de confrontación en donde se seleccionará la alternativa la cual tenga la mayor puntuación numérica.

A = Eficiencia de remoción de contaminantes por tecnologías.

B = Generación y tratamiento de lodos.

C = Requerimiento de área.

D = Disponibilidad de la tecnología.

E = Consumo de energía eléctrica.

F = Costos de tecnología (inversión, operación y mantenimiento)

G = Producto para su reutilización.

H = Operación (flexibilidad, confiabilidad, complejidad, requerimiento de personal, disponibilidad de repuestos)

I = Condiciones ambientales (influencia de temperatura, producción de ruido y olores, contaminación visual).

La tabla N°39 presenta la confrontación de los factores analizada mediante el criterio de relación. Esto nos permitió definir cuáles son los más importante de acuerdo con el vínculo que existe entre las variables; donde, 1 representa que si se establece una relación entre ambos factores y 0 si no existe relación alguna.

Tabla 39. Confrontación de criterios.

Factores	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total	Ponderado
A		1	1	1	1	1	1	1	1	8	15,09%
B	0		1	1	0	1	1	1	1	6	11,32%
C	1	1		1	0	1	1	1	1	7	13,21%
D	0	1	1		0	1	0	1	0	4	7,55%
E	1	0	0	1		1	1	1	0	5	9,43%
F	1	1	0	1	1		1	1	0	6	11,32%
G	1	1	1	1	1	1		1	1	8	15,09%
H	1	1	0	1	0	1	1		1	6	11,32%
I	0	1	0	1	0	0	0	1		3	5,66%
TOTAL										53	100%

Luego de haber realizado la confrontación de criterios, los resultados se interpretan de la siguiente manera: según la ponderación de los factores para la evaluación de los sistemas: *eficiencia en la remoción de contaminantes por tecnologías* y *producto para su reutilización* son los más relevantes puesto que obtuvieron el mayor puntaje. Por otro lado, la disponibilidad de la tecnología y condiciones ambientales son los factores de menor orden de importancia.

Seguido a esto, se procedió a disponer (según juicio) una puntuación por factor independiente, tomándose a consideración que la mayor puntuación fue asignada al factor que guardaba una mayor relación con las características de cada tratamiento evaluado; es decir, mientras mayor sea la relación entre el factor y tratamiento, mayor

será la calificación otorgada. El rango de calificación asignado se describe en tabla N°40.

Tabla 40. Escala de puntuación.

Escala	Puntaje
Excelente	10
Muy buena	8
Buena	6
Regular	4
Mala	2

3.2.2.3. Calificación de los factores ponderados para los parámetros y elección del tratamiento idóneo

A partir de la Tabla N°39 se obtienen el ponderado de acuerdo con cada criterio que fue evaluado.

Los factores ponderados para la elección del tratamiento se puntuaron de acuerdo con escala establecida en la Tabla N°40. Se procedió a otorgar la calificación respectiva.

La tabla N° 41 presenta la calificación y el puntaje que obtiene cada factor con relación a cada tratamiento evaluado para la investigación, adicional a ello se selecciona el tratamiento.

3.2.2.4. Diagrama general del proceso:

Posteriormente, después de haber detallado cada uno de los diferentes sistemas de tratamiento de aguas propuestos, en la figura N°41 se muestra la secuencia de procesos del sistema de tratamiento que se proponen en Agroindustria Quicornac SAC.

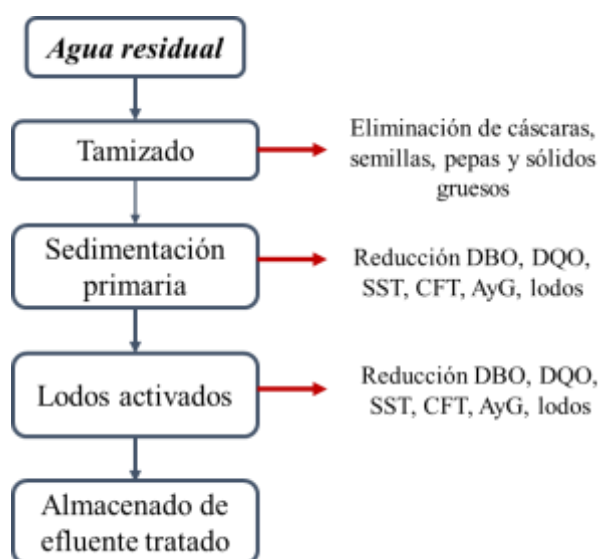


Figura 41. Diagrama de bloques del sistema propuesto.

Interpretación de los resultados:

La tabla N°41 muestra que el tratamiento seleccionado para tratar las aguas residuales generadas en la agroindustria Quicornac SAC. Tratamiento primario: Sedimentación primaria y tratamiento secundario: Lodos activados.

La puntuación final de la evaluación de los diversos tratamientos evaluados fue calculada a partir de la sumatoria del puntaje individual de cada criterio en cada tratamiento, y a su vez, este puntaje fue determinado mediante la multiplicación del porcentaje ponderado (ver tabla N°39) por la calificación establecida en la tabla N°40.

Tabla 41. Matriz de enfrentamiento.

Tratamientos		Tratamiento primario				Tratamiento secundario					
		Coagulación Floculación		Sedimentación primaria		Lagunas de estabilización		Lodos activados		Procesos anaeróbicos	
Factor	Ponderado (%)	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
A	15,09%	6	0,90566	8	1,20755	6	0,90566	10	1,50943	6	0,90566
B	11,32%	4	0,45283	6	0,67925	8	0,90566	4	0,45283	6	0,67925
C	13,21%	8	1,0566	8	1,0566	4	0,5283	8	1,0566	8	1,0566
D	7,55%	8	0,60377	10	0,75472	10	0,75472	10	0,75472	10	0,75472
E	9,43%	6	0,56604	8	0,75472	8	0,75472	6	0,56604	8	0,75472
F	11,32%	8	0,90566	8	0,90566	8	0,90566	6	0,67925	6	0,67925
G	15,09%	6	0,90566	8	1,20755	6	0,90566	8	1,20755	8	1,20755
H	11,32%	8	0,90566	8	0,90566	4	0,45283	8	0,90566	6	0,67925
I	5,66%	8	0,45283	6	0,33962	6	0,33962	6	0,33962	6	0,33962
SUMATORIA		TOTAL	6,7547	TOTAL	7,81132	TOTAL	6,45	TOTAL	7,4717	TOTAL	7,0566

3.3. Diseño del sistema de tratamiento

Para elaborar el diseño de la PTAR propuesta y sus diversas etapas, en primer lugar, se determinó la capacidad de planta mediante un pronóstico para los 5 años próximos, incluyendo el actual año de desarrollo de la investigación, es decir, del 2019 – 2023 de acuerdo con el consumo de agua por meses en los períodos 2012 al 2018 (ver tabla N°42) tal como se representa en la figura N°42. El pronóstico se realizó utilizando el software Excel de acuerdo con el comportamiento de toda la data histórica recogida en el punto 3.1.5. perteneciente al diagnóstico de Agroindustria Quicornac SAC

Tabla 42. Consumo de agua – período del 2012 al 2018.

	Años - Consumo (m ³)						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	4 976	8 813	14 471	18 564	21 370	23 781	16 142
Febrero	4 765	7 358	12 365	12 562	15 457	21 338	15 672
Marzo	3 083	4 972	13 124	16 489	22 116	15 668	18 146,3
Abril	3 674	6 479	10 158	13 625	15 565	10 630	24 114
Mayo	3 000	4 889	9 627	12 153	13 391	10 423	21 068
Junio	2 942	4 395	11 090	13 598	15 010	19 020	23 619
Julio	3 019	5 145	10 123	12 989	17 404	19 477	16 254
Agosto	4 338	7 300	13 473	16 157	17 324	17 969	12 796
Septiembre	ND	ND	6 515	7 623	14 771	5 878	7 471
Octubre	ND	ND	4 189	4 365	5 318,8	4 665	4 388
Noviembre	1 518	1 943	3 057	5 423	7 159	5 083	3 547
Diciembre	5 143	7 489	10 462	11 356	14 498	16 959	8 968
TOTAL DE CONSUMO	36458	58783	118 654	144 904	179 383,8	170 891	172 185,3

Fuente: Quicornac SAC

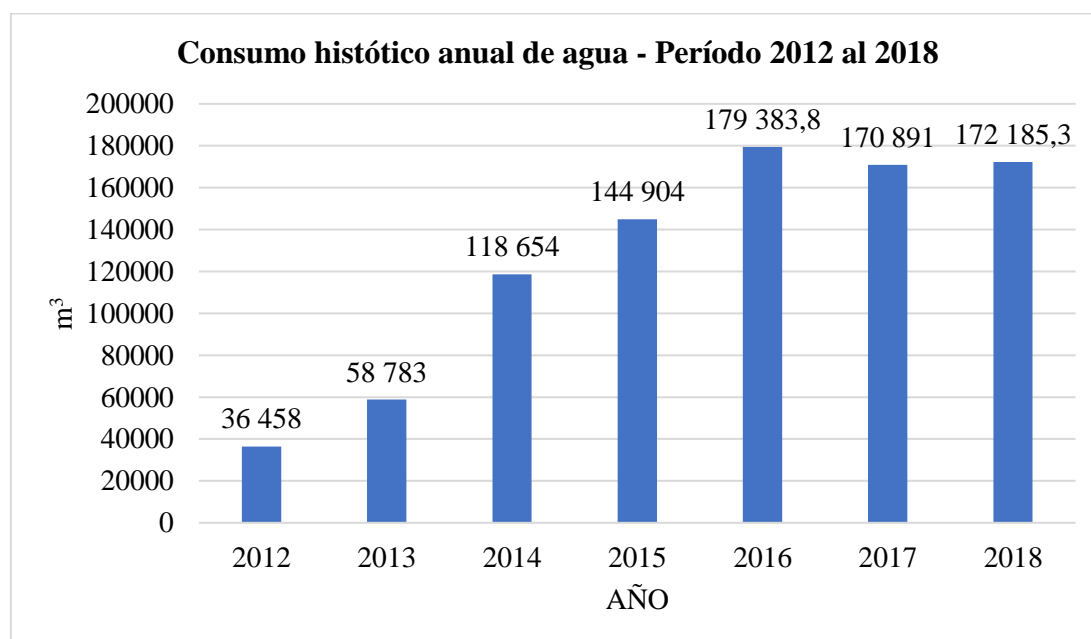


Figura 42. Consumo histórico anual de agua período 2012 – 2018.

Fuente: Quicornac SAC

De acuerdo con la figura N° 42 se observa que el consumo de agua en Agroindustria Quicornac SAC ha tomado valores hacia una tendencia positiva (creciente), salvo en el año 2017 que disminuyó un 4% con respecto al 2016, pero esto fue debido a las consecuencias por el Fenómeno El Niño Costero que afectó al departamento de Lambayeque en el mes de febrero.

Así mismo de la tabla N°42 se puede identificar que los meses de un consumo mayor de agua en Quicornac SAC son: enero, febrero, marzo, agosto y diciembre, por otro lado, los de menor consumo de agua: septiembre, octubre y noviembre esto debido a la escasez de materia prima. De esta manera, el consumo de agua esta directamente relacionado con la disponibilidad de materia y producción. Es decir, mientras más materia prima se procese, mayor será el consumo de agua, y viceversa. El sector agroindustrial es sensible frente a factores externos (climáticos) que pueden condicionar y poner en riesgo la producción, y por ende las agroexportaciones.

Según R. Myers y R. Walpole [21] el forecasting o “proyección” es una terminación que se emplea con elevada reiteración en las organizaciones cuando se refiere al método de pronósticar una serie de data histórica que está establecida en un período, que se asocia con una actividad frecuente de la empresa. Bajo ese contexto, es indispensable conocer el comportamiento de consumo de agua en futuros períodos en Agroindustria Quicornac SAC

Para efectuar el pronóstico se analizó la data histórica disponible, en la cual es importante recalcar que presenta meses estacionales que son septiembre, octubre y noviembre cuyo consumo de agua se ve disminuido por la escasez de materia prima existiendo así una gran diferencia en comparación a los meses de mayor consumo, afectando esto de manera directa a la serie de datos de crecimiento que perturba la curva natural de proyección.

El método utilizado para este pronóstico fue el de promedios móviles (medias móviles) para patrones de modelos estacionales. Este método utiliza el factor estacional para retirar de la serie de datos analizados todos los factores exógenos que altera las curvas naturales sobre un modelo de proyección. (ver tabla N°43).

Tabla 43. Pronóstico del efluente para los años 2019-2023

	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	26 162,53	29 188,64	32 214,75	35 240,86	38 266,97
Febrero	21 870,43	24 375,94	26 881,45	29 386,96	31 892,47
Marzo	23 085,87	25 705,61	28 325,36	30 945,10	33 564,84
Abril	20 975,39	23 333,34	25 691,29	28 049,24	30 407,20
Mayo	18 735,65	20 822,28	22 908,90	24 995,53	27 082,15
Junio	22 745,42	25 255,33	27 765,23	30 275,14	32 785,04
Julio	21 607,37	23 969,97	26 332,56	28 695,16	31 057,76
Agosto	23 081,85	25 582,89	28 083,92	30 584,95	33 085,99
Setiembre	11 014,25	12 197,02	13 379,79	14 562,55	15 745,32
Octubre	6 028,92	6 670,59	7 312,27	7 953,94	8 595,62
Noviembre	7 356,98	8 133,12	8 909,27	9 685,41	10 461,55
Diciembre	20 039,57	22 135,26	24 230,95	26 326,64	28 422,34
TOTAL DE CONSUMO	222 704,23	247 369,99	272 035,74	296 701,48	321 367,25

La tabla N° 43 evidencia un crecimiento anual de agua residual generada, pues para el primer año de proyección 2019 indica que el volumen generado será de 222 704,23 m³, mientras que para el año 2023 el volumen alcanzará los 321 367,25 m³ de efluentes.

De la misma forma, para el diseño del sistema de tratamiento propuesto se consideró como dato base el volumen (m³) del agua residual generado en el último año proyectado (2023). Se obtuvo el caudal futuro multiplicando el volumen del agua por los días que trabaja la empresa al año.

$$Q_f = \frac{321\,367,25\text{ m}^3}{\text{año}} \times \frac{1\text{ año}}{365\text{ días}} = 880,46 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \frac{1\text{ día}}{24\text{ horas}} = 36,69 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

Debido a limitantes del proyecto y la cantidad de agua reutilizada requerida (ver tabla N°44–45 y figura N°43 hasta N°47) se planteó trabajar con el 56,79% del total de efluentes generados, es decir, con un total de 500 $\frac{\text{m}^3}{\text{día}}$.

Tabla 44. Cantidad de agua requerida en m³/día.

Empresa, población o ente municipal	Fin de utilización de agua reutilizada	Cantidad de agua reutilizada requerida
1) Quicornac SAC	Riego de cultivos de tallo alto y bajo según programa de riesgo (<i>ver tabla N°42</i>)	166 m ³ /día
2) Quicornac SAC	Riego de zonas sin asfaltar de planta	3m ³ /día
3) Quicornac SAC	Riego de cancha de fútbol	5m ³ /día
4) Municipalidad de Olmos	Riego de cultivos de tallo alto y bajo. Riego de jardines y parque municipales del distrito.	121 m ³ /día
5) Estación de Bomberos Voluntarios Olmos N° 174	Atención de emergencias Riego de plantas de tallo alto de parques municipales.	57 m ³ /día
6) Jardines y viveros aledaños (población).	Riego de viveros y riego de jardines	80m ³ /día
7) Asociación de agricultores del Valle Viejo de Olmos	Riego de cultivos de tallo alto y bajo	38 m ³ /día
8) Comunidad agricultores Santo Domingo de Olmos	Riego de cultivos de tallo alto y bajo	30 m ³ /día
TOTAL		500 m³/día

El principal fin que tendrá la reutilización del agua residual será para el riego de cultivos, sembríos de tallo alto y bajo.

Tabla 45. Programa de riego – Plantaciones Quicornac SAC

	PROGRAMA DE RIEGO - PLANTACIONES QUICORNAC SAC						
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
Plantación 1	11m ³ /h (6 horas)				11 m ³ /h (6 horas)		
Plantación 2		9m ³ /h (5 horas)			9m ³ /h (4 horas)		
Plantación 3	10 m ³ /h (6 horas)				10 m ³ /h (6 horas)		
Plantación 4			9 m ³ /h (6 horas)				9 m ³ /h (6 horas)
Plantación 5			10 m ³ /h (6 horas)				10 m ³ /h (6 horas)
Plantación 6	8 m ³ /h (5 horas)			8 m ³ /h (5 horas)			
Plantación 7						9 m ³ /h (6 horas)	
Plantación 8		9 m ³ /h (5 horas)				9 m ³ /h (5 horas)	
Plantación 9				7 m ³ /h (5 horas)			9 m ³ /h (5 horas)
Plantación 10		10 m ³ /h (6 horas)				10 m ³ /h (6 horas)	
TOTAL <i>(m³/día)</i>	166 m³/día	150 m³/día	114 m³/día	75 m³/día	162 m³/día	159 m³/día	159 m³/día

En la tabla N°45 se presenta el programa semanal que Quicornac SAC ha establecido para el riego de sus 10 plantaciones con las que cuenta actualmente. El programa se ha fijado mediante un análisis al factor climatológico de la Ciudad de Olmos el cual oscila entre 30° y 33° C (tasa de evaporación). Para el riego de plantaciones Quicornac SAC utiliza un promedio de 121 m³/día.

Como se mencionó, actualmente Quicornac SAC requiere una cantidad promedio de 121 m³/día para el riego de todos sus de sus cultivos los cuales están a cargo del Jefe Agrícola. La empresa cuenta con hectáreas las cuales le permite sembrar plántones de maracuyá, plátano, guaba, limón ácido, piña, sandía, guanábana, carambola, granada, palta y pomarrosas (ver figura N°43 – 44 – 45 y 46) tanto para consumo interno de sus aproximadamente 250 colaboradores, así como la venta local. Adicional a ello, diariamente se riega la cancha de fútbol disponible para la recreación del personal interno (ver figura N°47).



Figura 43. Plántones de plátano a cargo del Ing. Agrícola de Quicornac SAC

Fuente: Quicornac SAC



Figura 44. Plántones de tallo alto y hectáreas de cultivo.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 45. Plantones de limón ácido y guaba.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 46. Plantones de carambola a cargo del Ing. Agrícola.

Fuente: Quicornac SAC



Figura 47. Cancha de fútbol de planta Quicornac SAC

Fuente: Quicornac SAC

Así mismo, Quicornac SAC ha establecido un convenio con la Municipalidad de Olmos a la cual le brinda a diario a la “agua” para el riego de cultivos de distintos sembríos de la localidad con la finalidad fomentar la siembra de maracuyá y mango en el sector. Esto beneficia a diversos agricultores del distrito.

La cantidad de agua requerida es la siguiente: La Municipalidad cuenta con dos unidades: camión cisterna N°01 con una capacidad de 5000 galones (19 m³) el cual realiza 4 viajes diarios y camión cisterna N°02 con una capacidad de 4000galones (15 m³) el cual realiza 3 viajes diarios (ver figura N°48 – 49).



Figura 48. Camión cisterna - Municipalidad de Olmos

Fuente: Quicornac SAC



Figura 49. Tanque de camión cisterna en Quicornac SAC

Fuente: Quicornac SAC

Así mismo Quicornac SAC con un fin social, brinda a diario “agua” a la Estación de Bomberos Voluntarios Olmos N° 174: la capacidad del camión de bomberos es de 5000 galones (19 m³) realizando un total de 3 viajes diarios.

Actualmente en planta Quicornac SAC existen con 02 viveros los cuales se dedican a la siembra de semilla de mango y maracuyá que posteriormente son vendidas a agricultores de diversas zonas del país. Así mismo, en zonas aledañas a planta existen 10 viveros pertenecientes a diversos agricultores de la zona (población) con los cuales Quicornac SAC ha establecido un convenio para brindarles agua para el riego de los mismos con la finalidad de fomentar la siembra de maracuyá y mango en el sector.

En el caso de la cantidad de agua requerida por los 13 viveros es la siguiente: 02 viveros de Quicornac SAC ($5\text{m}^3/\text{día}$ por vivero) y 11 viveros aledaños ($7\text{m}^3/\text{día}$ por vivero). (Ver figura N°50).



Figura 50. Vivero de siembra de semilla de mango y maracuyá.

Fuente: Quicornac SAC

A partir de lo requerido, en el proyecto se planteó trabajar con el 56,79% del total de efluentes generados, es decir, con un total de $500 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$.

$$Q_f = 500 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} = 20,83 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

De acuerdo a lo proyectado $500 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$; conociendo que la empresa trabaja los 365 días del año, 24 horas al día en 2 turnos (de 7 h – 19 h y 19 h – 7 h), entonces equivale a $20,83 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$; es el volumen de efluentes que ingresará a nuestro sistema de tratamiento.

3.3.1. Balance de materia del sistema de tratamiento:

Posteriormente se procedió a desarrollar el balance de materia de cada etapa del sistema de tratamiento propuesto para poder conocer la remoción de los parámetros físico – químicos y microbiológicos del efluente de Agroindustria Quicornac SAC. Se consideró los siguientes flujo volumétrico del agua residual y % de remoción de cada sistema de tratamiento propuesto.

- **Caudal futuro** : $20,83 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$.

- **Porcentajes de remoción**: Según la Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales [L4] e inciso 3.2.3.1. Evaluación y selección del tratamiento perteneciente a bases teóricas científicas.

Así mismo, los parámetros físico – químicos y microbiológicos iniciales que ingresarán al sistema de acuerdo a la caracterización del efluente son los mostrados en la Tabla N°46.

Tabla 46. Parámetros físico – químicos y microbiológicos iniciales.

PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	
pH	8,09
Temperatura	25°C
DBO⁵	418 mg/L
DQO	320 mg/L
Aceites y grasas (A y G)	10 mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	295 mg/L
Coliformes termotolerantes (CFT)	820 mg/L

Fuente: Informe de Ensayo COLECBI SAC N°20180516-003 y registro de campos aguas residuales en Quicornac SAC/ Informe de Ensayo VIRCALAB N°001-0518.

3.3.1.1. BALANCE SEDIMENTACIÓN PRIMARIA:

La Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales [L4] recomienda que el diseño de la entrada de los tanques de sedimentación primaria sea en base al caudal máximo horario con un período de retención de 2 horas.

Tabla 47. Período de retención y % de remoción.

<i>Período de retención (% remoción)</i>		
Horas	DBO	SS
1,5	30	50
2	36	53

Fuente: Norma OS. 090 [L4]

Se presentan los porcentajes de remoción en sedimentación primaria según tabla N°02 y tabla N°47:

DBO= 33%

DQO= 40%

SST= 53%

Aceites y Grasas= 25%

Coliformes termotolerantes(CF)= 40%

Así mismo, se consideró la densidad del agua residual proveniente del sector agroindustrial (elaboración y conservación de frutas) $1000 \frac{kg}{m^3}$ según A. Llanea [5].

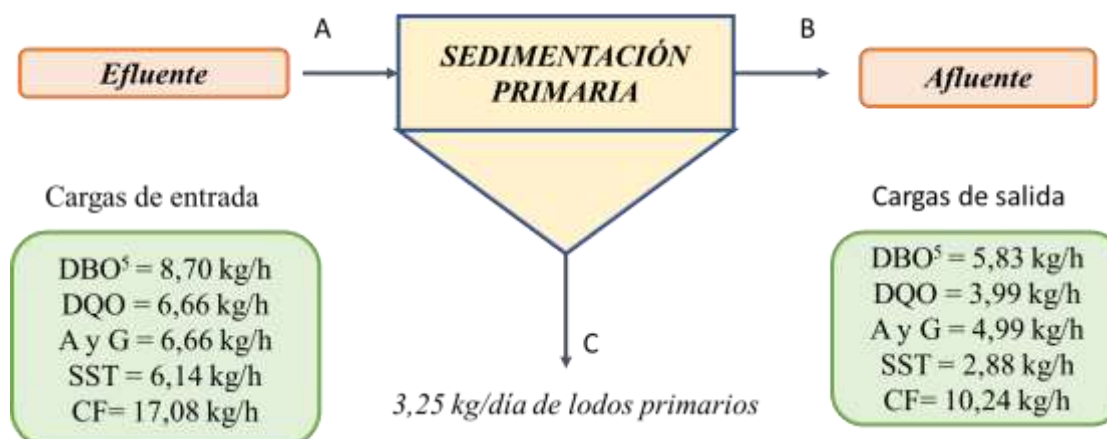


Figura 51. Balance de materia sedimentación primaria.

Cálculo para DBO⁵

$$\text{Ingreso DBO}^5 = \left(\frac{20,83 \text{ m}^3 \text{ agua residual}}{\text{hora}} \times \frac{418 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$\text{DBO}^5 = 8,70 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,33 = 2,87 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Salida DBO}^5 = 8,72 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 2,87 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 5,83 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo para DQO:

$$\text{DQO} = \left(\frac{20,83 \text{ m}^3 \text{ agua residual}}{\text{día}} \times \frac{320 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$\text{DQO} = 6,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,4 = 2,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Salida DQO} = 6,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 2,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 3,99 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo para Aceites y grasas:

$$\text{A y G} = \left(\frac{20,83 \text{ m}^3 \text{ agua residual}}{\text{día}} \times \frac{320 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$\text{A y G} = 6,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,25 = 1,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Salida A y G} = 6,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 1,66 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 4,99 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo para Sólidos suspendidos totales:

$$\text{SST} = \left(\frac{20,83 \text{ m}^3 \text{ agua residual}}{\text{día}} \times \frac{295 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$\text{SST} = 6,14 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,53 = 3,25 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Salida SST} = 6,14 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 3,25 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 2,88 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Cálculo para Coliformes termotolerantes:

$$CFT = \left(\frac{20,83 \text{ m}^3 \text{ agua residual}}{\text{día}} \times \frac{820 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$CFT = 17,08 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,40 = 6,83 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{Salida CFT} = 17,08 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 6,83 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 10,24 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

El porcentaje de remoción de lodos primarios es 53%, entonces (C):

$$SST = \left(\frac{20,83 \text{ m}^3 \text{ agua residual}}{\text{día}} \times \frac{295 \text{ mg}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \right) \times (0,53)$$

$$SST = 3,25 \text{ kg/h}$$

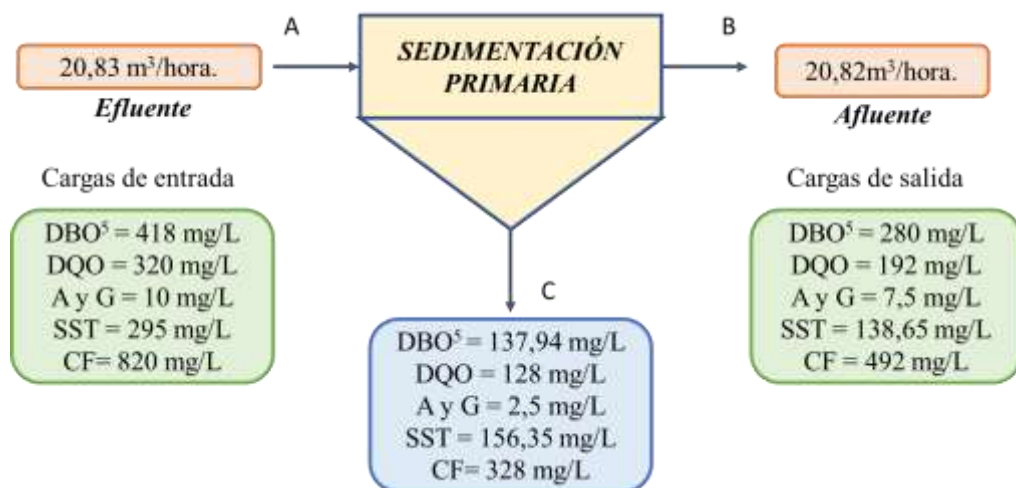


Figura 52. Balance sedimentación primaria

3.3.1.2. BALANCE DE LODOS ACTIVADOS

Para efectuar el balance de materia del tratamiento secundario: lodos activados, se tomó como base la carga de salida (ver figura N°51 y 52) de la sedimentación primaria, así como también, los % de remoción según la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* [L4] y referencias bibliográficas.

Tabla 48. Parámetros iniciales para balance de materia de lodos activados.

Parámetros	Carga de salida (masa)	Concentraciones
DBO ⁵	9,64 kg/h	280,06 mg/L
DQO	6,61 kg/h	192 mg/L
SST	4,77 kg/h	138,65 mg/L
A y G	0,25 kg/h	7,5 mg/L
Coliformes termolerantes	16,94 kg/h	492 mg/L

Se presentan los porcentajes de remoción del sistema de tratamiento secundario de lodos activados según tabla N°04 y tabla N°31.

DBO= 95%

DQO= 85%

SST= 85%

Aceites y Grasas= 63%

Coliformes termotolerantes (CF)= 85%

Además, se explica el proceso y se muestra diseño del sistema de manera general:

Según A. Hernández [24] el tratamiento secundario de lodos activados es aquel en el cual se mantiene en un reactor biológico un cultivo conformado por una serie de microorganismos y el agua residual a tratar.

En el proceso de lodos activados se diferencian dos operaciones: las reacciones biológicas y la separación sólido – líquido.

- **Reacciones biológicas:** Se realizan en el “reactor biológico” donde los cultivos se mantienen en suspensión en contacto con el agua residual. La carga de microorganismos debe mantenerse equilibrada con la finalidad lograr un balance entre la carga orgánica a remover y la cantidad de microorganismos necesarios para eliminar dicha carga. En esta etapa, se requiere un sistema de aireación y agitación, el cual se encarga de aportar el oxígeno suficiente para que se pueda ejecutar la acción metabólica de las bacterias.
- **Sedimentación secundario o clarificador:** Lograda la oxidación de la materia orgánica, el líquido pasará a un sedimentador secundario. El agua con lodos se deja reposar y, por tanto, los lodos floculados tienden a sedimentar por su propio peso, consiguiéndose separar el agua clarificada de los fangos.

El agua tratada conforma el efluente reutilizado y parte de los lodos floculados son recirculados de nuevo al reactor biológico para mantener una carga suficiente de microorganismos. El excedente de fangos se extrae del sistema y se evacua hacia el tanque de lodos para posteriormente darle una disposición final adecuada.

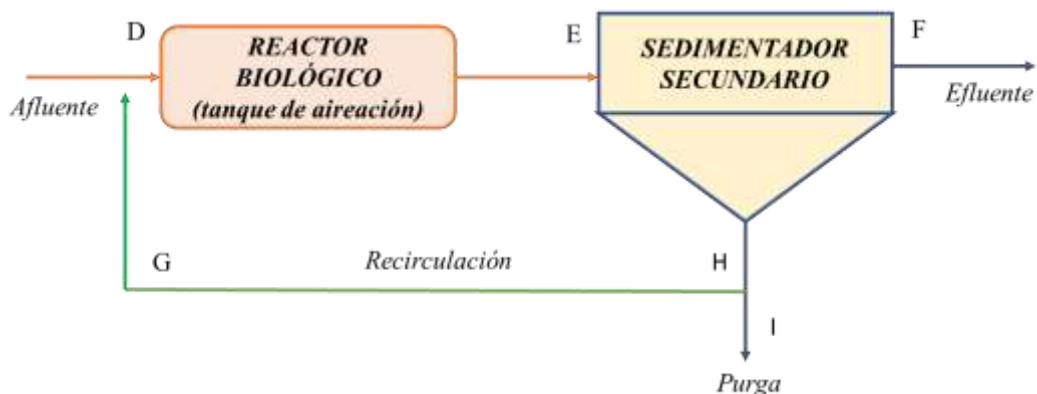


Figura 53. Esquema del proceso de lodos activados.

Fuente: A. Hernández [24]

Es importante mencionar que para efectuar el balance de materia se trabajó con valores de SST, que dentro de los SS interviene de manera directa en degradación de la carga orgánica.

Según la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* [L4] recomienda que para proyectos que conlleven un gran flujo de agua residual tratada se utilice el proceso de lodos activados (reactor biológico) de mezcla completa mediante modelo de Lawrence y Mc Carty (2009).

Este tipo de proceso permite que la recirculación se realice en varios puntos mezclándose con el agua residual previamente. De esta manera, se obtiene una concentración homogénea en todo el reactor biológico.

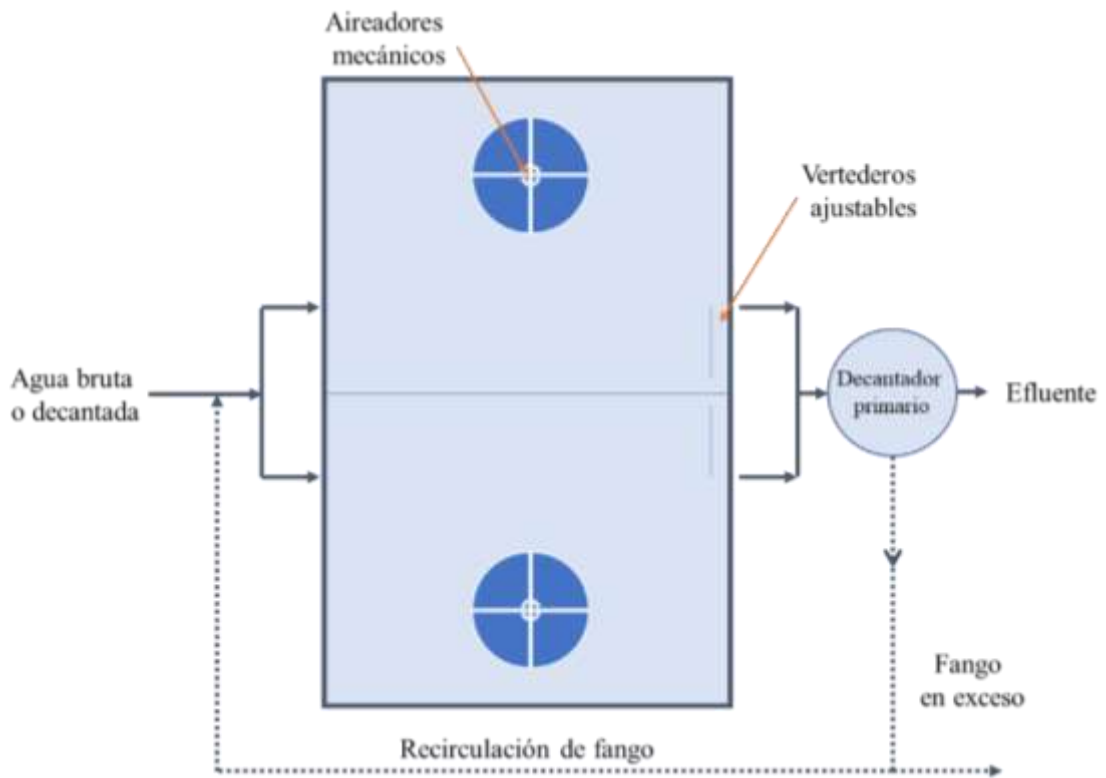


Figura 54. Esquema del proceso de la mezcla completa.

Fuente: A. Hernández [24]

a) Balance de biomasa en el sistema:

Se realizó el balance de biomasa del sistema de lodos activados de mezcla completa según J. Cortacans [25] mediante modelo de Lawrence y Mc Carty.

Para hacer el balance del proceso se introdujeron una serie de suposiciones:

- En el tanque de aireación existe mezcla completa.
- No existe actividad biológica en el decantador secundario.
- Se produce una buena floculación y sedimentación en el sedimentador secundario.
- El sistema funciona estado estacionario (constante en el tiempo $\frac{dX}{dt} = 0$; $\frac{dS}{dt} = 0$)

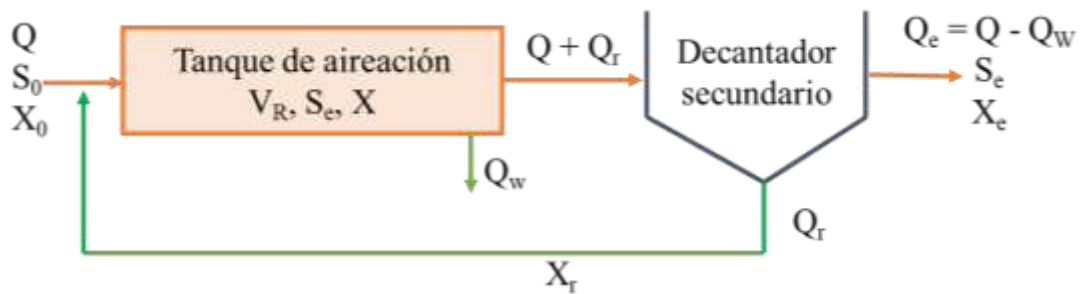


Figura 55. Esquema de flujos para el balance de masa de mezcla completa

Fuente: A. Hernández [24]

A continuación, se asignan las variables con las que se trabajó:

Q : caudal influente ($m^3/día$)

V = volumen del reactor (m^3)

Q_r : caudal de recirculación (m^3)

Q_w : Caudal de purga desde el reactor (m^3)

S : Sustrato en el reactor biológico (concentración) (mg/L de DBO)

S_0 : Concentración de sustrato en agua residual influente (mg/L de DBO)

S_e : Sustrato residual en tanque de aireación y efluente (mg/L de DBO)

X : Concentración en tanque de aireación (mg/L de SST)

X_e : Biomasa de salida (mg/L de SST)

X_r : Biomasa de lodos excedentes (mg/L de SST)

X_0 : Biomasa de entrada (mg/L de SST)

$Q + Q_r$: Caudal de entrada + caudal de recirculación (m^3)

Q_e : Caudal de salida (m^3)

El planteamiento puede escribirse de la siguiente manera mediante la ecuación de producción de biomasa:

$$\text{Acumulación de microorganismos} = \text{Cantidad en entrada} - \text{Cantidad en salida} + \text{Crecimiento neto}$$

O también:

$$\text{Biomasa afluente} + \text{Producción de biomasa} = \text{Biomasa efluente} + \text{Biomasa en lodos}$$

En donde:

$$QX_0 + V \frac{dX}{dt} = (Q - Q_w)X_e + Q_w X_w \text{ (Ecuación N°01)}$$

A partir de la información obtenida de las concentraciones en la sedimentación primaria se conoce diversos datos como:

- Caudal influente o entrada (Q): $499,73 \frac{m^3}{día}$

- Biomasa de entrada (X_0): $138,65 \frac{mg}{L} = 0,13865 \frac{kg}{m^3}$

- Concentración sustrato en agua residual influente (S_0): $280,06 \frac{mg}{L} = 0,28006 \frac{kg}{m^3}$

a.1.) Sustrato en el tanque de aireación:

Se tomó como base los datos mostrados en la Norma OS.090 plantas de tratamiento de aguas residuales (ver tabla N°49) y los valores de coeficientes cinéticos para fangos activados (ver tabla N°50) según L. Méndez, V. Miyashiro y R. Rojas [26].

Tabla 49. Rango de valores para fangos activados de mezcla completa.

Parámetros	Rango de valores	Típico (recomendado)
Período de retención en horas (θ_c)	3 - 5	4
Edad del lodo en días (θ_c)	5 - 15	10
Concentración de SST (X) (kg/m^3)	3,0 – 6,0	3,5
Carga de masa ($kg\ DBO_5/KG\ SSTA\ x\ día$)	0,20 – 0,60	0,5
Tasa de circulación (%)	25 - 100	60

Fuente: Norma OS090 [L4]

Tabla 50. Coeficientes cinéticos para fangos activados.

Coeficientes cinéticos			
Coeficientes	Base	Rango	Típico
Y	$kg\ SST/kg\ DBO_5$	0,4 – 0,8	0,6
K_d	d^{-1}	0,04 – 0,075	0,06
K_s	$kg\ DBO_5/m^3$	25 – 100	60

Fuente: L. Méndez, V. Miyashiro y R. Rojas [26]

Debido a las características del proceso de fangos de mezcla completa según L. Méndez, V. Miyashiro y R. Rojas [26] fragmentos del lodo originados en la sedimentación secundaria vuelven al tanque de aireación, por lo que, $\theta_c > \theta$, consecuentemente:

$$X = \frac{\theta_c}{\theta} Y \left(\frac{S_0 - S}{1 + K_d * \theta_c} \right) \text{ (Ecuación N°02)}$$

$$V = \frac{\theta_c Q_0 Y}{X} \left(\frac{S_0 - S}{1 + K_d * \theta_c} \right) \text{ (Ecuación N°03)}$$

Tomando el valor típico (recomendado) de la Tabla N°46 con respecto al período de retención (θ_c) equivalente a 4 horas y la empresa labora 24 h/día en dos turnos, el (θ_c) es igual a 0,17 día.

Reemplazados los datos de tabla N°49 y tabla N°50 en ecuación N°02 para obtener “S”:

$$3,5 \frac{kg}{m^3} SST = \frac{10\ d}{0,17\ d} \times \left(0,6 \frac{kg\ SST}{kg\ DBO_5} \right) \times \left(\frac{0,28006 \frac{kg}{m^3} DBO_5 - S}{1 + (0,06\ d^{-1}) \times (10\ d)} \right)$$

$$S = 0,12139 \frac{kg}{m^3} DBO_5, \text{ “S” sustrato alcanzado en el tanque de aireación.}$$

a.2) Volumen del tanque de aireación:

A continuación, se calculó el volumen del tanque de aireación a partir de la ecuación N°2 reemplazado el valor de “S” obtenida a partir de la ecuación N°03.

Por motivos limitantes al proyecto de investigación, solo se trabajará con el 52% del total de efluentes vertidos.

$$V = \frac{10 \text{ d} \times 499,73 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \left(0,6 \frac{\text{kg SST}}{\text{kg DBO}_5}\right)}{3,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{SST}} \times \left(\frac{0,28006 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 0,12139 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{DBO}_5}{1 + (0,06 \text{ d}^{-1}) \times (10 \text{ días})} \right)$$

$$V = 84,95 \text{ m}^3$$

84,95 m³, representa el volumen del reactor biológico en el cual se efectuará la reacción aerobia de las aguas residuales.

a.3) Masa del lodo residual:

La edad del fango (θ_c) es el factor decisivo para el dimensionamiento de plantas de fangos activados. Se corresponde con el tiempo de estancia medio en días de los fangos en el reactor biológico. Simplificadamente, puede decirse que la edad del fango se encuentra representada en la relación entre la masa de fangos presentes en el reactor biológico y la masa de los extraídos diariamente del sistema. Es decir, podría expresarse como la relación:

$$\theta_c = \frac{\text{kg de fangos en el reactor}}{\text{kg de fangos en exceso retirados diariamente}}$$

Por tanto, para el sistema visto en la figura N°40, tenemos:

$$Q_w \times X_w = \frac{V \times X}{\theta_c} \text{ (Ecuación N°04)}$$

Donde: $Q_w \times X_w$ es la masa de purga. Entonces, reemplazando:

$$Q_w \times X_w = \frac{84,95 \text{ m}^3 \times 3,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{SST}}{10 \text{ días}}$$

$$Q_w \times X_w = 29,73 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \text{SST, corresponde a la masa del lodo residual o purga.}$$

a.4) Volumen del lodo residual:

Según S. López, E. Ramírez, Lina Cardoso, P. Mijaylova y G. Moeller [27] la densidad relativa del lodo residual el cual es $1020 \frac{kg}{m^3}$, entonces:

$$\text{Volumen del lodo} = \frac{\text{masa del lodo}}{\text{densidad del lodo}}$$

$$\text{Volumen del lodo} = \frac{29,73 \frac{kg}{día}}{1020 \frac{kg}{m^3}}$$

$$Q_w = \text{Volumen del lodo} = 0,02914 \frac{m^3}{día}$$

Dónde: $0,02914 \frac{m^3}{día}$ es el volumen del lodo residual generado en el proceso de lodos activados de mezcla completa.

a.5) Producción diaria de biomasa.

Reemplazado en ecuación N°01 (producción de biomasa) y bajo las premisas que la concentración de la biomasa en el afluente (X_0) y que el efluente (X_e) son despreciables, se puede decir que:

$$\text{Biomasa afluente} + \text{Producción de biomasa} = \text{Biomasa efluente} + \text{Biomasa en lodos}$$

$$QX_0 + V \frac{dX}{dt} = (Q - Q_w)X_e + Q_w X_w$$

$$V \frac{dX}{dt} = Q_w X_w$$

$$V \frac{dX}{dt} = 29,73 \frac{kg}{día} SST$$

$29,73 \frac{kg}{día} SST$, es la biomasa originada en el reactor biológico en el período que dura la reacción.

b) Balance en el sustrato:

Se aplican los mismos criterios que al establecer el balance de biomasa. A continuación, se presenta la ecuación de producción de sustrato según J. Cortacans [23].

$$\text{Consumo de sustrato} = \text{Sustrato en efluente} + \text{Sustrato en lodos}$$

$$QS_0 + V \frac{dS}{dt} = (Q - Q_w)S_e + Q_w S_w$$

Debido a que el proceso de lodos activados que se está trabajando es de mezcla completa las reacciones aerobias se producen en el mismo tanque se aireación, por lo cual, se puede afirmar que el sustrato originado contiene la misma concentración que el sustrato en el sedimentador secundario y efluente.

Por lo cual:

$$S_e = S_w = S = 0,12139 \frac{kg}{m^3} DBO_5$$

Hallando valores para reemplazar en ecuación del sustrato:

$$- Q \times S_0 = \left(499,73 \frac{m^3}{día} \times 0,28006 \frac{kg}{m^3} DBO_5 \right) = 139,95 \frac{kg}{día} DBO_5$$

$$- (Q - Q_w) = \left(499,73 \frac{m^3}{día} - 0,0291 \frac{m^3}{día} \right) = 499,70 \frac{m^3}{día}$$

$$- S = S_e = S_w = 0,12139 \frac{kg}{m^3} DBO_5$$

$$- (Q_w \times S_w) = \left(0,02914 \frac{m^3}{día} \times 0,12139 \frac{kg}{m^3} DBO_5 \right) = 0,0035373 \frac{kg}{día} DBO_5$$

Despejando $V \frac{ds}{dt}$

$$\left(139,95 \frac{kg}{día} DBO_5 \right) - V \frac{dS}{dt} = \left(499,70 \frac{m^3}{día} \right) \times 0,12139 \frac{kg}{m^3} DBO_5 + 0,0035373 \frac{kg}{día} DBO_5$$

$$\left(139,95 \frac{kg}{día} DBO_5 \right) - V \frac{dS}{dt} = 60,6195 \frac{kg}{día} DBO_5$$

$$V \frac{dS}{dt} = 79,287 \frac{kg}{día} DBO_5$$

Sustrato originado en el tratamiento fangos activados en el período que dura la reacción.

c) Consumo de oxígeno:

Para transformar la contaminación orgánica del agua residual en fango activo los microorganismos necesitan oxígeno. Se requiere que parte de la materia orgánica se oxide para aportar la energía suficiente para la reacción.

El cálculo de la cantidad necesaria de oxígeno para la eliminación de la materia orgánica presente en el efluente de un sistema de lodos activados se puede realizar según la siguiente expresión según M. Eddy [14].

$$O_2 \text{ requerido} = \left(\begin{matrix} \text{Masa de } DBO_5 \\ \text{total} \end{matrix} \frac{kg}{\text{día}} \right) - 1,42 \left(\begin{matrix} \text{Masa de organismos} \\ \text{purgados} \end{matrix} \frac{kg}{\text{día}} \right)$$

O también expresado como:

$$O_2 \text{ requerido} = Q_0 \times (S_0 - S) - 1,42(Px)$$

Donde:

$$Q_{\text{diseño}} = \text{Caudal de diseño} \left(\frac{m^3}{\text{día}} \right)$$

$$S_0 = \text{Sustrato del afluente} \left(\frac{kg \text{ } DBO_5}{m^3} \right)$$

$$S = \text{Sustrato del efluente soluble} \left(\frac{kg \text{ } DBO_5}{m^3} \right)$$

$$Px = \text{Producción de lodos} \left(\frac{kg}{\text{día}} \right)$$

A partir del valor calculado en la ecuación N°04 que representa la masa de lodos residual ($Q_w \times X_w$) y conociendo los demás valores, se procedió a calcular, obteniendo:

$$O_2 = 499,73 \frac{m^3}{\text{día}} \times \left(0,28006 \frac{kg}{m^3} DBO_5 - 0,12139 \frac{kg}{m^3} DBO_5 \right) - 1,42 \left(29,73 \frac{kg}{\text{día}} SST \right)$$

$$O_2 = 37,075 \frac{kgO_2}{\text{día}}$$

$37,075 \frac{kgO_2}{\text{día}}$, cantidad de oxígeno necesario para que se efectúe la reacción aerobia en el tanque de aireación.

d) Parámetros finales de proceso de lodos activados:

La figura N°54 presenta el diseño del balance de materia del proceso de lodos activados de mezcla completa, en donde, después de la realización de los cálculos respectivos se obtiene:

D = Representa el agua residual de entrada (**499,73** $\frac{m^3}{\text{día}}$)

H = Caudal de lodo que sale del sedimentador secundario (**0,02914** $\frac{m^3}{\text{día}}$)

G = Caudal de lodo en recirculación, siendo con un tiempo de retención de 2 horas un % de remoción de 60% (**0,017484** $\frac{m^3}{\text{día}}$)

I = Caudal de lodo residual ($0,011656 \frac{m^3}{día}$)

F = Agua residual tratada; conociéndose que I presenta un % de humedad de 90%, lo cual representa la cantidad de agua que se pierde.

$$F = D - (I \times 0,90)$$

$$F = 499,73 \frac{m^3}{día} - (0,011656 \times 0,90)$$

$$F = 499,71 \frac{m^3}{día}, \text{ agua residual tratada.}$$

Es de relevancia precisar que los lodos producidos tanto en la sedimentación primaria y secundaria deben ser dispuestos por Quicornac SAC de tal manera que permita a una empresa contratista tratarlos y darle una disposición final respectiva.

Finalmente, los parámetros obtenidos después del tratamiento secundario de lodos activados calculados a partir del porcentaje de remoción de la tabla N°03, son los siguientes: DBO₅ 95%, DQO 85%, Sólidos suspendidos totales 85%, Aceites y Grasas 65%, Coliformes Termotolerantes 85%.

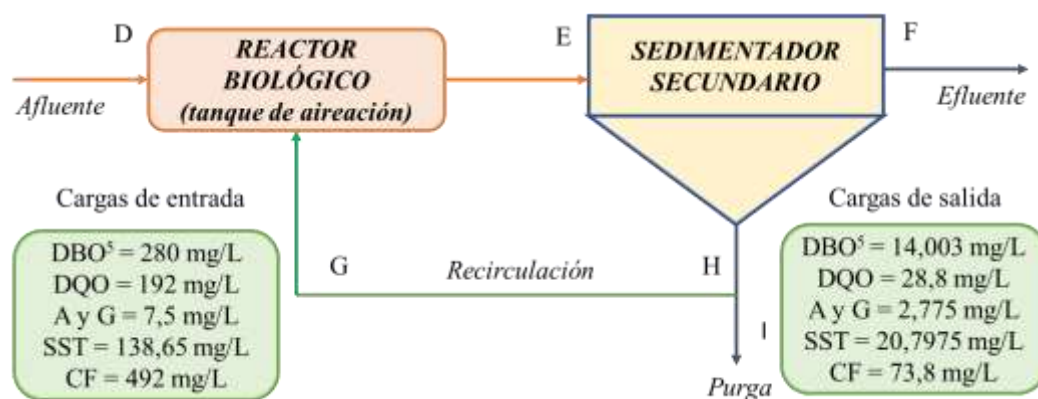


Figura 56. Esquema de flujos para el balance de masa de mezcla completa

3.3.2. Reutilización de aguas residuales

En el Perú, a través del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM [L1] publicado el 7 de junio del 2017 se aprobó los Estándares de Calidad Ambiental para el agua. De esta manera se actualizó los parámetros de gestión de la calidad ambiental para el riego de vegetales, riego de parques y/o áreas verdes en función a su uso.

Como ya se mencionó, el agua reutilizada de Quicornac SAC será destinada al riego del cultivo de campo de la empresa (vegetales de tallo alto y tallo bajo), adicional a ello, será donada a los Municipalidad del distrito de Olmos, bomberos del distrito de Olmos, viveros y diversos agricultores de la zona.

Específicamente el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en su “*Categoría 3: Riego de vegetales*” indica que el agua utilizada para el cultivo de vegetales depende de la clase de consumo (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que

puedan ser sometidos los productos agrícolas. En este caso, los diversos vegetales y frutas que cultiva de Quicornac SAC son para consumo de sus trabajadores de la planta que son ingeridos regularmente en el horario de desayuno, almuerzo y cena, así mismo, la que será donada será para el riego de cultivos de tallo alto y bajo, riego de jardines, viveros y parques municipales del distrito de Olmos.

El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM divide el tipo de agua para riego de vegetales el cual se debe tener en cuenta:

- **Agua para riego no restringido:** Aquellas aguas cuyos parámetros y características (calidad) permiten utilizarlas en el riego de: cultivos alimenticios consumidos crudos (Ej.: vegetales, frutos de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales, en la cual el agua tiene contacto directo con el fruto o partes comestibles de la planta.
- **Agua para riego restringido:** Aquellas aguas cuyos parámetros y características permiten utilizarlas en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en la cual el agua no tiene contacto directo con el fruto o partes comestibles de la planta. (Ej.: árboles frutales).

Bajo el contexto descrito, se realizó una comparativa entre los parámetros de riego de cultivo que establece el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y los parámetros finales del tratamiento de aguas propuesto, para verificar si podrán ser utilizados con esta finalidad.

Tabla 51. Parámetros para riego de vegetales según D.S. N° 004-2017-MINAM

Parámetros	Unidad de medida	Riego de vegetales		Parámetros de efluentes tratados en el sistema propuesto
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	
FÍSICOS – QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	5		2,275
Demanda Bioquímica de Oxígeno (<i>DBO₅</i>)	mg/L	15		14,003
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40		28,8
Potencia de Hidrógeno	Unidad de pH	6,5 – 8,5		8,09
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1000		73,8

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM[L3]

En la tabla N°51 se realizó la comparativa y se puede afirmar que los parámetros de los efluentes tratados en el sistema propuesto se encuentran dentro de los límites, por lo que es

apta tanto la utilización en el riego de vegetales de tallo alto y tallo bajo en la empresa, así como también para donar a diversos organismos asociados que tienen la misma finalidad de riego de cultivos.

3.3.3. Indicadores de producción del sistema de tratamiento de aguas residuales

3.3.3.1. Utilización

Relación de máxima producción teórica del agua residual tratada. Su fórmula es la siguiente:

$$Utilización = \frac{producción\ real}{capacidad\ proyectada} \times 100$$

A) **Producción real:** Volumen de agua residual del último año 2018 (ver tabla N°42), en base a las 24 horas diarias que trabaja Quicornac SAC:

$$P_{real} = 172\ 185,3 \frac{m^3}{año} \times \frac{1\ año}{12\ meses} \times \frac{1\ mes}{30\ días} \times \frac{1\ día}{24\ horas} = 19,92 \frac{m^3}{hora}$$

$19,92 \frac{m^3}{hora}$, representa el consumo actual por hora en la empresa.

B) **Capacidad proyectada:** De acuerdo a la Tabla N°43 el volumen de agua residual proyectado para el 2023 es $321\ 367, \frac{m^3}{año}$, sin embargo, según la cantidad de agua reutilizada requerida expresado en la Tabla N°44 y N° 45, se limitó a trabajarse con 56,79% del total de efluentes generados, es decir $500 \frac{m^3}{día}$ o $180\ 000 \frac{m^3}{año}$ que es la cantidad de agua que procesará la PTAR.

$$C_p = 180\ 000 \frac{m^3}{año} \times \frac{1\ año}{12\ meses} \times \frac{1\ mes}{30\ días} \times \frac{1\ día}{24\ horas} = 20,83 \frac{m^3}{hora}$$

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación de la utilización:

$$Utilización = \frac{19,93 \frac{m^3}{hora}}{20,83 \frac{m^3}{hora}} \times 100$$

$$Utilización = 95,65\%$$

Actualmente Quicornac S.A.C no cuenta con un sistema que trate el agua residual, solo es vertida al drenaje de la ciudad de Olmos, por ende, su porcentaje de utilización actual ya que no realiza ninguna acción es del 0%.

El indicador de utilización propuesta nos da un valor de 95,65 %, lo cual quiere decir que con los efluentes actuales de la empresa Quicornac SAC la utilización de la capacidad de

la PTAR estaría a un 95,65% que luego irá aumentando hasta alcanzar una utilización completa de planta.

3.3.3.2. Eficiencia

Está relacionada con el volumen de efluentes tratados después del balance entre el volumen de los efluentes sin tratar:

$$Eficiencia = \frac{Efluentes\ tratados}{Efluentes\ sin\ tratar} \times 100$$

El caudal de los efluentes tratados que se obtienen en el balance de materia es:

$$Efluentes\ tratados = 499,71 \frac{m^3}{día} \times \frac{1\ día}{24\ horas} = 20,81 \frac{m^3}{hora}$$

El caudal de efluentes, sin tratar, que ingresa al sistema de tratamiento es:

$$Efluentes\ sin\ tratar = 500 \frac{m^3}{día} \times \frac{1\ día}{24\ horas} = 20,83 \frac{m^3}{hora}$$

Reemplazado en la fórmula:

$$Eficiencia = \frac{20,81 \frac{m^3}{hora}}{20,83 \frac{m^3}{hora}} \times 100$$

$$Eficiencia = 99,9\%$$

Actualmente Quicornac S.A.C no cuenta con un sistema que trate el agua residual, solo es vertida al drenaje de la ciudad de Olmos, por ende, su porcentaje de eficiencia actual ya que no realiza ninguna acción es del 0%.

El indicador de eficiencia propuesta indica que de esta manera, si el caudal entrante en el sistema (agua residual) es de $20,83 \frac{m^3}{hora}$ y el caudal de salida (efluentes tratados) es de $20,81 \frac{m^3}{hora}$, la eficiencia de tratamiento del sistema será del 99,9%.

3.3.4. Diseño del sistema de tratamiento primario

3.3.4.1. Diseño del sistema del sedimentador primario

Se realizó el diseño del sedimentador primario, para ello se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El sedimentador primario elegido fue de forma circular según lo recomendado por la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* [L4] para proyectos que requieran tratar grandes cantidades de agua, tiempo de retención fue de 2 horas.
- Se consideró el caudal del efluente en el sistema $Q = 500 \frac{m^3}{día} \left(20,83 \frac{m^3}{hora} \right)$,
- Las dimensiones de diseño y parámetros fueron las recomendadas por la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* (ver tabla N°52).

Tabla 52. Parámetros para diseño de sedimentador primario.

Parámetros	Intervalo	Típico
Tiempo de retención en horas	1 – 2,5	2
<i>Carga superficial en $m^3/m^2 \times día$</i>		
Caudal mínimo	5 – 10	7
Caudal medio	30 – 50	40
Caudal punta	80 – 120	100
Carga sobre vertedero $m^3/m \times día$	125 – 500	250
<i>Sedimentación primaria con adición de lodos activados</i>		
Tiempo de retención, en h	2,5 – 6,5	4
<i>Carga superficial en $m^3/m^2 \times día$</i>		
Caudal mínimo	3 – 9	5
Caudal medio	24 – 32	28
Caudal punta	48 – 70	60
Carga sobre vertedero $m^3/m \times día$	125 – 500	250

Fuente: Norma OS 090[L4]

a) Volumen del tanque (V)

$$V = \text{Caudal diario (h)} \times \text{tiempo de retención (h)}$$

$$V = 500 \frac{m^3}{día} \times 2h \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}}$$

$$V = 41,66 \text{ m}^3$$

$V = 41,66 \text{ m}^3$; representa el volumen requerido para el sedimentador primario en base al caudal diario calculado y en función al tiempo de retención recomendado.

b) Área superficial (A):

$$A = \frac{\text{caudal diario}}{\text{carga superficial}}$$

$$A = \frac{500 \frac{m^3}{día}}{40 \frac{m^3}{m^2 * día}} = 12,50 m^2$$

$A = 12,50 m^2$; representa el área necesaria para tratar el caudal diario en función de la carga superficial típica expresada en la Tabla N°52.

c) Diámetro del sedimentador:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 12,5 m^2}{\pi}} = 3,99 m$$

$D = 3,99 m$; representa el diámetro en base al área superficial previamente calculada.

d) Altura del sedimentador (H)

Calculado en base a la ecuación del volumen:

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

$$41,66 m^3 = \pi(1,99m)^2 \times H = 3,33 m$$

$H = 3,33 m$; representa la altura requerida para el volumen calculado en base al área superficial.

Después de realizado los cálculos correspondientes, las dimensiones para el diseño del sedimentador primario se muestran en la tabla N°53.

Tabla 53. Dimensiones de sedimentador primario.

DIMENSIONES	DATOS
Volumen (V)	41,66 m ³
Área superficial (A)	12,50 m ²
Diámetro (D)	3,99 m ³
Altura (H)	3,33 m

Si se establece las siguientes consideraciones:

- 20% superior al volumen real del sedimentador primario (factor de seguridad).

Tabla 54. Dimensiones finales de sedimentador primario.

DIMENSIONES	DATOS
Volumen (V)	49,99 m ³
Área superficial (A)	12,57 m ²
Diámetro (D)	4,00 m ³
Altura (H)	3,98 m

3.3.5. Diseño del sistema de tratamiento secundario

3.3.5.1. Diseño del tanque de aireación (reactor biológico)

Para el diseño del tanque de aireación se calculó sus dimensiones, así mismo es importante mencionar que, ciertos parámetros fueron hallados en el balance de materia en el tratamiento secundario.

a) Diseño del tanque de aireación:

El proceso de lodos activados requiere contaste suministro de oxígeno para la degradación de la materia orgánica, es por ello por lo que la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* [L4] recomienda que para proyectos que demanden tratar una gran cantidad de aguas residuales, el diseño de su reactor biológico o tanque de aireación debe ser rectangular puesto que ofrece una fácil inyección de aire.

Tabla 55. Características de tanque de aireación propuesto.

Parámetros	Valor (recomendado)
Edad de lodo, en días	5
Coefficiente de crecimiento bacteriano	0,60
Concentración de SS inicial, en kg/m ³	0,13
Concentración de SST (X) (kg/m ³)	3,5
Coefficiente de eliminación de bacterias d ⁻¹	0,06
Tiempo de retención, en horas	4
Volumen del rector	84,95 m ³

Fuente: Norma OS090 [L4]

Los parámetros propuestos son los recomendados por la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* [L4].

Hallado el valor del volumen se procedió a determinar las dimensiones de altura, largo y ancho del reactor aerobio propuesto.

De la bibliografía revisada se recomienda que la relación de lados (ancho – largo) sea de 1/3) con una profundidad de 2,50 m a 3 m. Se consideró la menor profundidad ya que se cuenta con área disponible para el reactor. A partir de ello, con la relación de lados se obtuvo las dimensiones restantes.

Tabla 56. Dimensiones del tanque de aireación.

DIMENSIONES	DATOS
Largo (L)	10,50 m
Ancho (a)	3,50 m
Altura (H)	2,50 m
Área (A)	12,58 m ²

Si se establece las siguientes consideraciones:

- 10% superior al volumen real del tanque de aireación (factor de seguridad).
- Altura: 0,40 m de borde libre.

Tabla 57. Dimensiones finales de tanque aireación.

DIMENSIONES	DATOS
Largo (L)	10,50 m
Ancho (a)	3,50 m
Altura (H)	2,90 m
Área (A)	12,58 m ²

3.3.5.2. Diseño del sedimentador secundario

Realizada la oxidación de la materia orgánica en el reactor biológico, el licor de mezcla pasará al sedimentador secundario. En dicho decantador el licor mezcla se deja reposar y, por tanto, al sedimentar los fangos floculados se consigue separar el agua clarificada de los fangos.

Se realizó el diseño del sedimentador secundario, para ello se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El sedimentador primario elegido fue de forma circular según lo recomendado por la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* para proyectos que requieran tratar grandes cantidades de agua.
- Se consideró el caudal del efluente en el sistema $Q = 499,73 \frac{m^3}{día} \left(20,82 \frac{m^3}{hora} \right)$.
- Las dimensiones de diseño y parámetros fueron las recomendadas por la *Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales* [L4].
- El tiempo de retención fue de 4 horas.

a) Volumen del tanque (V)

$$V = \text{Caudal diario (h)} \times \text{tiempo de retención (h)}$$

$$V = 499,73 \frac{m^3}{\text{día}} \times 4h \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}}$$

$$V = 83,29 m^3$$

$V = 83,29 m^3$; representa el volumen requerido para el sedimentador secundario en base al caudal diario calculado y en función al tiempo de retención recomendado.

b) Área superficial (A):

$$A = \frac{\text{caudal diario}}{\text{carga superficial}}$$

$$A = \frac{500 \frac{m^3}{\text{día}}}{28 \frac{m^3}{m^2 * \text{día}}} = 17,86 m^2$$

$$A = 17,86 m^2$$

$A = 17,86 m^2$; representa el área necesaria para tratar el caudal diario en función de la carga superficial típica expresada en la Tabla N°52 en el sedimentador secundario.

c) Diámetro del sedimentador:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 17,85 m^2}{\pi}}$$

$$D = 4,77 m$$

$D = 4,77 m$; representa el diámetro en base al área superficial previamente calculada.

d) Altura del sedimentador (H)

Calculado en base a la ecuación del volumen:

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

$$83,29 \text{ m}^3 = \pi(2,38 \text{ m})^2 \times H$$

$$H = 5,56 \text{ m}$$

Después de realizado los cálculos correspondientes, las dimensiones para el diseño del sedimentador primario se muestran en la tabla N°58.

Tabla 58. Dimensiones del sedimentador secundario.

DIMENSIONES	DATOS
Volumen (V)	83,29m ³
Área superficial (A)	17,85 m ²
Diámetro (D)	4,77m ³
Altura (H)	4,66m

Si se establece las siguientes consideraciones:

- 20 % superior al volumen real del sedimentador secundario (factor de seguridad).

Tabla 59. Dimensiones finales de sedimentador secundario.

DIMENSIONES	DATOS
Volumen (V)	99,95m ³
Área superficial	18,09m ²
Diámetro (D)	4,80m ³
Altura (H)	5,53m

3.3.6. Diseño del tanque de almacenamiento de lodos

Debido a la generación de lodos tanto en la etapa de sedimentación primaria y secundaria se requiere un tanque de almacenamiento de lodos, en el cual estos permanecerán un período de tiempo para que posteriormente sean dispuestos a una empresa contratista para llevarlo a su respectiva disposición final (EPS – autorizada por DIGESA).

Según lo calculado se generan:

- Sedimentación primaria $5,38 \frac{kg}{día}$ de lodos.
- Sedimentación secundaria $29,73 \frac{kg}{día}$ de lodos.

Dando así una sumatoria de lodos de $35,11 \frac{kg}{día}$ de lodos.

Según S. Armenta et. al. [28] la densidad relativa del lodo residual el cual es $1020 \frac{kg}{m^3}$, entonces, el volumen diario generado es de: $0,03344 \frac{m^3}{día}$ ($34,42 \frac{litros}{día}$), siendo esta en una semana $240,95 \frac{litros}{semana}$.

Si se establece las siguientes consideraciones:

- 25% superior al volumen real del tanque de lodos.

$$Volumen\ del\ tanque\ de\ lodos = Volumen\ real \times 1,25$$

$$Volumen\ del\ tanque\ de\ lodos = 240,95 \frac{litros}{semana} \times 1,25$$

$$Volumen\ del\ tanque\ de\ lodos = 301,188 \frac{litros}{semana}$$

Después de realizado los cálculos correspondientes, las dimensiones para el diseño del sedimentador primario se muestran en la tabla N°60.

Tabla 60. Dimensiones del tanque de lodos.

DIMENSIONES	DATOS
Largo (L)	2,50 m
Ancho (a)	1,50 m
Altura (H)	0,40 m

3.3.7. Elección de sistema de aireación

En los sistemas de fangos activados es necesaria la aportación de oxígeno para lograr la degradación de la materia. Las principales técnicas aireación son las de burbujas finas mediante difusores. Estos sistemas son escogidos en base a la necesidad o requerimiento de oxígeno.

$$O_2\ requerido = 37,075 \frac{kgO_2}{día}$$

A partir de ello, se procedió a hallar la cantidad de aire que debe ser suministrada al reactor biológico:

$$Cantidad\ de\ aire\ suministrado = \frac{Oxígeno\ necesario}{Densidad\ de\ aire \times 0,21}$$

Sabiendo que:

- Densidad del aire: $1,21 \frac{kg}{m^3}$
- % de oxígeno: 21%

$$\text{Cantidad de aire suministrado} = \frac{37,075 \frac{\text{kgO}_2}{\text{día}}}{1,21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,21}$$

$$\text{Cantidad de aire suministrado} = 145,90 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

145,90 $\frac{\text{m}^3}{\text{día}}$ es el volumen de aire necesario que se necesita inyectar en el reactor biológico para llevar a cabo la reacción aerobia de lodos activados. Actualmente Quicornac SAC cuenta con un cuarto de compresores (03 compresores de tornillo) los cuales se encargan de suministrar aire comprimido a las diversas máquinas del proceso de planta. Se aprovechará una línea de aire comprimido que recorre por el taller de mantenimiento que está cerca a nuestra planta de tratamientos para suministrar el aire adecuado para el reactor biológico o tanque de aireación mediante difusores de burbuja fina. (Ver Anexo N°33 – 34). Debido a esto no será necesario la compra de un lóbulo rotativo o compresores adicionales (ver tabla N°61 y figura N°57).

Tabla 61. Ficha técnica – compresor de aire.

PLANTA	Quiicornac SAC – Olmos Perú
NOMBRE	Compresor de aire
PROVEEDOR	La llave
PAÍS DE FABRICACIÓN	EE.UU.
MARCA Y POTENCIA	Intersol Rand / 5HP
TIPO	Compresor de Tornillo
PESO Y DIMENSIONES	210 kg / 171 cm x 138 cm x 134 cm
MODELO	UP10-80-170
AÑO DE FABRICACIÓN	2008
FLUJO DE AIRE	9,5 m ³ /h

Fuente: Quicornac SAC



Figura 57. Compresor de tornillo.

Fuente: Quicornac SAC

a) Difusores de burbuja fina:

Se suministrará aire al reactor biológico mediante difusores de burbuja fina. Son de forma de disco los cuales mediante burbujas que van desde un tamaño de 0 a 3 mm transfieren aire al sistema desplazándose lentamente en el reactor biológico hacia la superficie del mismo (ver figura N°58 y N°59).

El objetivo de las burbujas es abastecer de oxígeno a los microorganismos, lo cuales combinados con las aguas residuales permite las bacterias produzcan enzimas que ayudan a descomponer los residuos de manera que puedan sedimentar en los decantadores secundarios.



Figura 58. Difusor de burbuja fina.

Fuente: SPENA GROUP



Figura 59. Difusor de burbuja fina.

Fuente: SPENA GROUP

En el reactor biológico en Quicornac SAC serán instalados 21 difusores de burbuja fina los cuales tienen un flujo de aire de 8 m³/día por difusor, los cuales serán ubicados uniformemente en el reactor siendo inyectados con aire comprimido proveniente de la línea que recorre desde el cuarto de compresores y el taller de mantenimiento.

Tabla 62. Estimación de área – Planta de tratamiento de aguas residuales

Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (L)	SS	SG	Altura (h)	k	k'(utilizado)	SE	S	ST
Elementos móviles												
Operarios	5		0,5	1	0,5		1,65					
Elementos fijos												
Sedimentador primario	1	1	4,8	4,8	23,04	23,04	4,85	0,17	0,13	5,99	52,07	52,07
Reactor biológico	1	1	10,5	3,5	36,75	36,75	2,9	0,28	0,13	9,56	83,06	83,06
Sedimentador secundario	1	1	5,6	5,6	31,36	31,36	6,2	0,13	0,13	8,15	70,87	70,87
Tanque de lodos	1	2	2,5	1,5	3,75	7,5	1,2	0,69	0,13	1,46	12,71	12,71
Electrobomba 1	1	2	0,6	0,4	0,24	0,48	0,6	1,38	0,13	0,09	0,81	0,81
Electrobomba 1	1	2	0,6	0,4	0,24	0,48	0,6	1,38	0,13	0,09	0,81	0,81
Bomba centrífuga 1,2	2	2	0,7	0,45	0,315	0,63	0,6	1,38	0,13	0,12	1,07	2,14
Cárcamo	1	3	2,1	2,1	4,41	13,23	1,6	0,52	0,13	2,29	19,93	19,93

Superficie Total 242,41 m²; considerando $k = 0,13$ que se encuentra en el rango recomendado para industrias alimenticias (ver tabla N°08). A partir del Método Guerchet (ver tabla N°62) se pudo calcular la superficie total requerida para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales y el montaje de sus diversos equipos que la compone, siendo un total de 273,02 m² de área total. Según lo expuesto en el inciso 3.2.2. Elección del tratamiento idóneo en el apartado c) requerimiento de área Quicornac SAC dispone de 2 484 m² el cual es el suficiente y adecuado para la instalación de la planta. El área restante potencialmente puede ser utilizada para la instalación de una caseta de control del sistema, almacén de equipos en desuso, repuestos, herramientas, equipos de limpieza y para cuando sea requerido en la ampliación o mejoramiento de la misma con fines de reutilización en el proceso mismo de manufactura con la agregación de un sistema de tratamiento terciario adecuado.

La distribución final a detalle del sistema de tratamiento de aguas residuales en Quicornac SAC se encuentra desde el anexo N°13 hasta el N°34, el cual muestra el plano, ubicación y detalle de los equipos.

3.3.8. Sostenibilidad ambiental

Es de relevancia precisar que el sistema de tratamiento de agua residual propuesto de Quicornac SAC debe ser sostenible con el entorno en el que se va a desarrollar, es decir, que su funcionamiento normal no debe afectar a los colaboradores que desarrollan sus actividades diarias en la empresa ni al ambiente. Se sabe que todo sistema de tratamiento de agua residual de por sí genera residuos propios de su actividad, es por ello que se debe establecer medidas adecuadas para su disposición final ya sea mediante acciones propias de la empresa o subcontratando servicios de una EPS (empresa prestadora de servicios de residuos) la cual debe cumplir con el requisito que debe estar autorizada por DIGESA. Los principales residuos generados por el sistema propuesto son:

Tabla 63. Propuesta de acciones para disposición final de residuos.

Etapa de generación	Residuos e impactos generales	Disposición Final
Sistema de tratamiento preliminar (<i>rejilla de filtros y filtro estático</i>)	Semilla de maracuyá, pepa de mango, cáscara de maracuyá, cáscara de mango.	El sistema de tratamiento actual cuenta con un operario que se encarga de separar la semilla de maracuyá del sistema de tratamiento preliminar la cual posteriormente es secada y puesta en sacos de 50 kg y vendida a un costo de S/ 40 por saco. También, tanto la cáscara de maracuyá y mango, así como la pepa de mango es vendida por kg para la alimentación de ganado de diversos agricultores de la zona.
Sedimentación primaria y secundaria (<i>tanques</i>)	Generación de lodos los cuales potencialmente pueden generar malos olores producto de una falta disposición final y ausencia de aireación en el sistema.	Con el fin de eliminar gran parte del agua de los lodos residuales se podría emplear la técnica de espesamiento por gravedad la cual permite reducción del volumen de aproximadamente un 30 –50 %, la cual sería complementada con un sistema de deshidratación con la finalidad de conseguir un grado de sequedad mayor antes de su disposición final. Una vez los lodos ya tratados serán transportados a una tolva de almacenamiento para su posterior disposición final. La disposición final estará a cargo de la empresa ECOVIVE SAC la cual cuenta con la autorización de DIGESA.

3.4. Análisis costo – beneficio de la propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales

Es de relevancia resaltar que el sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto debe asegurar su funcionamiento con poco personal y sin pérdidas de tiempo en producción.

Así como también, debe ser evaluado no solamente desde una perspectiva económica y financiera, sino que de sostenibilidad en el tiempo.

Debido al interés de la organización en implementar la propuesta de este proyecto de investigación se realizó la cotización a la empresa *ECP Montajes e instalaciones* al nombre del Ing. Elton Oliver Núñez Saavedra - *Coordinador de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de Quicornac SAC*. Lo cotizado se adjunta en anexo N° 35.

3.4.1. Costos de inversión

a) Inversión fija: Cotizado en lo referido a aquello que abarca los costos de maquinaria, instrumentos, equipos, materiales y accesorios necesarios para construcción e instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales. La cotización incluye:

- *Costo por obras civiles* (delimitación, identificación y seguridad de la obra, trabajos preliminares, movimiento de tierras, eliminación de excavación y concreto armado). Ver tabla N°64.
- *Costo por obras mecánicas* (modificación, y montaje de tuberías y montaje de equipos de instrumentación). Ver tabla N°65.
- *Costo por obras eléctricas* (montaje de tablero PLC y parametrización de instrumentos). Ver tabla N°66.
- *Costo de equipos, herramientas, materiales e instrumentación*. Ver tabla N°67.
- *Costo por m² del terreno* pero que sin embargo para la envergadura de este proyecto no será asimilado por Quicornac SAC puesto que cuenta con un área disponible en la misma planta.

b) Inversión intangible: Cotizado en lo referido a lo que abarca los recursos necesarios no físicos la construcción y funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Específicamente para este proyecto, está referida al personal técnico especializado contratista de “ECP Montajes e instalaciones” que se encargará de la construcción e instalación de la planta, los cuales estarán conformados por profesionales diversos. También involucra la investigación ingenieril especializada para la elaboración del informe técnico final concluida la construcción de la planta.

Otros costos como lo son Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (para los contratistas), viáticos (hospedaje y alimentación) y transporte del personal hacia la planta de Quicornac SAC – Olmos.

Lo cotizado se adjunta en anexo N° 35 y a su vez se detalla en las tablas N°63 – 68.

Tabla 64. Cotización de obras civiles para la construcción de PTAR – Quicornac SAC

OBRAS CIVILES				
<i>Trabajos de delimitación, identificación y seguridad de la obra</i>				
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Cinta de seguridad (delimitación de la zona)	m ²	5	S/ 25,40	S/ 127,00
Banner de identificación	unidad	2	S/ 55,00	S/ 110,00
Señalética de prohibición, advertencia y obligación de la obra.	unidad	20	S/ 4,50	S/ 90,00
Mapa de riesgo de la obra	unidad	1	S/ 75,00	S/ 75,00
Elaboración de matriz IPERC para la obra	unidad	1	S/ 150,00	S/ 150,00
Valor total de trabajos de delimitación, identificación y seguridad				S/552,00
<i>Trabajos preliminares</i>				
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
<i>Trabajo de limpieza y delimitación del área</i>				
PTAR propuesta	m ²	256,8	S/ 25,12	S/ 6 450,81
Cisterna 60 m ³	m ²	62,20	S/ 25,12	S/ 1 562,46
Cisterna 30 m ³	m ²	40	S/ 25,12	S/ 1 004,12
<i>Trazo replanteo de nivelación</i>				
PTAR propuesta	m ²	256,8	S/ 172,62	S/ 44 328,81
Cisterna 60 m ³	m ²	62,20	S/ 172,62	S/ 10 736,96
Cisterna 30 m ³	m ²	40,0	S/ 172,62	S/ 6 904,80
Valor total de trabajos preliminares				S/ 70 897,96
<i>Movimiento de tierras</i>				
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTID.	P. UNITARIO	TOTAL
<i>Excavación de tierras</i>				
Sedimentador primario (19,25 m – 6,83 m) x 0,80 m ²	m ³	9,93	S/ 42,54	S/ 422,42
Sedimentador secundario (25,97 m – 11,05 m) x 1 m ²	m ³	14,92	S/ 42,54	S/ 634,69
Reactor biológico (48,59 m x 1,90 m ²)	m ³	92,32	S/ 42,54	S/ 3 927,33
Tanque de lodos (7,04 m x 0,80 m ²)	m ³	5,63	S/ 42,54	S/ 239,58
Tuberías (172,3 m + 51,40 m) x (0,30 m x 0,30 m)	m ³	20,13	S/ 42,54	S/ 856,33
Cisterna 60 m ³ (47,36 m ² x 2 m)	m ³	94,72	S/ 42,54	S/ 4 029,38
Cisterna 30 m ³ (28,16 m ² x 2 m)	m ³	52,32	S/ 42,54	S/ 2 225,69
Valor total de movimientos de tierra				S/ 12 335,42

Eliminación de material de excavación (factor de esponjamiento)				
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTID.	P. UNITARIO	TOTAL
Sedimentador primario (9,93 m ³ x 1,20)	m ³	11,91	S/ 28,41	S/ 338,36
Sedimentador secundario (14,92 m ³ x 1,20)	m ³	17,90	S/ 28,41	S/ 508,53
Reactor biológico (92,32 m ³ x 1,20)	m ³	110,78	S/28,41	S/ 3147,25
Tanque de lodos (5,63 m ³ x 1,20)	m ³	6,75	S/ 28,41	S/ 191,76
Tuberías (20,13 m ³ x 1,20)	m ³	24,15	S/ 28,41	S/ 686,10
Cisterna 60 m ³ (94,72 m ³ x 1,20)	m ³	113,66	S/ 28,41	S/ 3 229,08
Cisterna 30 m ³ (52,32 m ³ x 1,20)	m ³	62,78	S/ 28,41	S/ 1 783,57
Valor total de eliminación de excavación				S/ 9 884,85
Trabajos de concreto armado FC=280 kg/cm² con cemento Portland tipo V				
DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Sedimentador primario + escalera				
Concreto (12,5 m x 0,66 m ²)	m ³	8,25	S/ 41,10	S/ 339,07
Encofrado y desencofrado (11,74 m + 13,87 m) x 0,45 m	m ²	11,52	S/ 21,50	S/ 247,68
Acero f=4200 kg/m ² (11,52 m ² x 11,38 $\frac{kg}{m^2}$)	kg	131,09	S/ 6,00	S/ 791,4
Sedimentador secundario + escalera				
Concreto(14,95 m x 0,73 m ²)	m ³	10,91	S/ 41,10	S/ 448,40
Encofrado y desencofrado (14,2 m + 16,3 m) x 0,65 m	m ²	19,82	S/ 21,50	S/ 426,13
Acero f=4200 kg/m ² (19,82 m ² x 12,28 $\frac{kg}{m^2}$)	kg	243,38	S/ 6,00	S/ 1 460,28
Cisterna 60 m³				
Concreto (34,56 m ² x 0,25 m) + (34,56 m ² x 0,15 m) + (23,60 m x 0,20 m x 2,50 m)	m ³	25,62	S/ 41,10	S/ 1 052,98
Encofrado y desencofrado ((23,60 m + 22 m) x (2,50 m)) + 30 m ²	m ²	144,0	S/ 21,50	S/ 3 096,00
Acero f=4200 kg/m ² (144 m ² x 9,9 $\frac{kg}{m^2}$)	kg	1 425,6	S/ 6,00	S/ 8 553,6
Cisterna 30 m³				
Concreto (18,36 m ² x 0,25 m) + (18,36 m ² x 0,15 m) + (17,60 m x 0,20 m x 2,50 m)	m ³	16,14	S/ 41,10	S/ 663,35

Encofrado y desencofrado ((17,60 m + 16 m) x 2,50 m) + 15 m ²	m ²	99	S/ 21,50	S/ 2 128,5
Acero f=4200 kg/m ² (99 m ² x 9,9 $\frac{kg}{m^2}$)	kg	980,1	S/ 6,00	S/ 5 880,6
Valor total de trabajos de concreto armado				S/ 25 087,99
Varios				
Carpintería metálica (Tapa de rejilla metálica de 80 cm x 80 cm)	unid.	02	S/ 350,00	S/. 700,00
Impermevilizante Sika	unid.	20	S/ 60,00	S/ 1 200,00
Maderas, clavos y accesorios	varios	-	-	S/ 1 000,00
Valor total de varios				S/ 2 900,00

Fuente: Cotización ECP Montajes e instalaciones

Tabla 65. Cotización de obras mecánicas y de tubería para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en Quicornac SAC

OBRAS MECÁNICAS Y DE TUBERÍA			
<i>Trabajos mecánicos</i>			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Modificación y montaje de tuberías			
Tuberías 4" (172,5 m + 51,4 m) + (6,5 m + 4,6 m + 4,27 m + 4 m + 7 m + 3,8 m)	254,7 m	S/ 17,20	S/ 4 380,84
Tuberías 6" (4,10 m + 1 m + 4,50 m + 5,30 m + 1,40 m)	16,3 m	S/ 17,20	S/ 280,36
Montaje de equipos de instrumentación	1 unid.	S/ 7 500,00	S/ 7 500,00
Valor total de obras mecánicas y de tubería			S/ 12 161,20

Fuente: Cotización ECP Montajes e instalaciones

Tabla 66. Cotización de obras eléctricas para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en Quicornac SAC

OBRAS ELÉCTRICAS			
<i>Trabajos eléctricos de montaje de automatización</i>			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL
Montaje de tablero PLC	1	S/ 10 000,00	S/ 10 000,00
Parametrización de instrumentos.	1	S/ 3 500,00	S/ 3 500,00
Valor total de obras eléctricas			S/. 13 500,00

Fuente: Cotización ECP Montajes e instalaciones

La tabla N° 64 detalla los costos por obras civiles que propone la empresa ECP Montajes e instalaciones los cuales abarcan:

- Trabajos de delimitación, identificación y seguridad de la obra.
- Trabajos preliminares (movimientos de tierra, excavación, etc.)
- Trabajos de concreto armado.

La tabla N° 65 y 66 detalla los costos por obras mecánicas y eléctricas que propone la empresa ECP Montajes e instalaciones los cuales abarcan:

- Modificación y montaje de tuberías y montaje de equipos de instrumentación.
- Montaje de tablero PLC y parametrización de instrumentos.

La tabla N° 68 detalla los diversos equipos, herramientas e instrumentación los cuales son necesarios para la instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales. Es importante precisar que nuestro sistema de tratamiento preliminar actual se complementará con el sistema de tratamiento primario y secundario propuesto, es por ello que las bombas autocombustibles, bombas, tuberías, etc. existentes serán reutilizadas con el mismo fin y se le añadirán equipos e instrumentos.

Se hace mención también que el sistema propuesto será en parte automatizado es por lo que requiere diversos mecanismos electromagnéticos para llevar a cabo ese proceso.

Funcionamiento sistema automatizado

Se tendrá el mismo sistema de tratamiento preliminar actual sistema con 4 bombas, se agregará 2 caudalímetros (ver figura N°62. El primero que se encuentra después del pozo de encuentro (Ver anexo N°16 – 17), este caudalímetro nos enviará señal al PLC (ver anexo N°30) y así poder leer valores de nuestro caudal de entrada en la pantalla HMI, ver y registrar los horarios o procesos con mayor envío de agua hacia la planta de tratamiento.

En la segunda etapa de la salida del cárcamo se instalará otro caudalímetro con válvulas de guillotina con la finalidad de repartir el agua residual. Es decir, dividir el agua residual que entrará a nuestro sistema para que sea tratada ($500 \frac{m^3}{día}$) y la restante sea vertida directamente al drenaje de la ciudad de Olmos (Ver anexo N°16 – 17).

La abertura y cierre de las válvulas de guillotina serán controlados mediante el PLC (ver anexo N°30). Cuando sobrepase nuestro caudal deseado ($500 \frac{m^3}{día}$) este enviará una señal al PLC haciendo que este envíe una señal hacia la electroválvula que aperturará la válvula de guillotina y enviará el agua hacia el drenaje de la ciudad de Olmos (señales de 4 a 20 mA).

Se tendrá varios sistemas de protección como boyas mecánicas, las cuales si se tuviera un problema con la bomba que no funcionará por algún atoramiento, esta enviará una señal al PLC y nos mostrará una falla haciendo sonar la sirena para así poder intervenir el equipo y evitar algún daño mayor. El caudalímetro también enviará la señal si no está recibiendo un caudal normal, esto podría significar alguna falla o un atoramiento de las bombas, esto también se reconocerá como un error, haciendo sonar la sirena y mostrando alarma, las bombas estarán controladas por las boyas si se ve que está entrando demasiada agua del proceso trabajaran las dos o una dependiendo el requerimiento del proceso. Una vez que

el agua ya esté tratada en parámetros deseados será enviada a una cisterna de 60 m³ y 30 m³ respectivamente que se encargarán de suministrar el agua para el riego de cultivos, así como también para la donación a los diversos organismos asociados.

A continuación, se describe los equipos que conformarán el tablero eléctrico de control del sistema (ver Anexo N° 30).

a) PLC Siemens CPU S7 – 6ESE 2015 – 1HG31 – 0XB0

Su función será automatizar el proceso, leyendo señales analógicas de nuestro caudalímetro para así poder controlar las bombas y el cierre o abertura de las válvulas, así como también, estará conectado con un sistema de alarma (ver Anexo N°11).



La CPU compacta de alto rendimiento
Con 24 entradas/salidas integradas
Ampliable con:
- 1 Signal Board (SB) o Communication Board (CB)
- 8 Signal Modules (SM)
- M+x. 3 mÓdulos de comunicaciones (CM)

Figura 60. PLC Siemens CPU S7 – 6ESE 2015

Fuente: Siemens.

b) Llave termo magnética para fuerza (460 V):

Esta llave servirá para alimentar el circuito de fuerza de nuestras 4 bombas.



Figura 61. Llave termomagnética

Fuente: Quicornac SAC

c) Llave termo magnética para control y alimentación de PLC (220 V):

Esta llave servirá para alimentación de energía de nuestro PLC y para el circuito de control.

d) Arrancadores suaves:

Actualmente Quicornac SAC cuenta con 4 arrancadores en su sistema de tratamiento preliminar los cuales serán reutilizados en el nuevo tablero eléctrico.

Servirán para el arranque suave de las bombas. Su función será evitar el golpe de ariete, tener un arranque suave para proteger a la bomba. Estos serán accionados a través del PLC.

e) Caudalímetro electromagnético de agua residuales IMAG 4700:

Es un medidor correcto para uso en planta de tratamiento de aguas residuales. El caudalímetro enviará señales de 4 – 20 mA por cable apantallado que ingresarán al PLC. (Ver Anexo N°12).

Tabla 67. Parámetros de diseño del caudalímetro IMAG 4700.

Diámetro de tubería	3"	4"	6"
Velocidad Flujo Máx. (metros/segundo)	10	10	10
Flujo Máx. (litros/segundo)	46	81	182

Fuente: Seametrics



Figura 62. Caudalímetro IMAG 4700.

Fuente: Seametrics

f) Válvula de Guillotina

Servirá para regular el paso de agua residual ya se bien hacia nuestro sistema de tratamiento de aguas residuales o hacia el drenaje de la ciudad de Olmos.

Será controlado a través de la electroválvula neumática 5/2 mediante pulsos que serán transmitidos desde el PLC.

VÁLVULA DE GUILLOTINA UNIDIRECCIONAL, TIPO "WAFER"

El modelo EX es una válvula unidireccional tipo wafer de uso general. El diseño del cuerpo y del asiento asegura un cierre sin obstrucción para fluidos cargados con sólidos en suspensión. La válvula se utiliza en sectores tales como:

- Papelero
- Tratamiento de aguas
- Agroalimentario
- Minero
- Energético
- Químico
- etc.

Tamaños: DN 50 a DN 1200 (DN superiores bajo consulta)

Presiones:

DN 50 a DN 250	10 bar
DN 300 a DN 400	6 bar
DN 450	5 bar
DN 500 a DN 600	4 bar
DN 700 a DN 1200	2 bar



Figura 63. Válvula de guillotina unidireccional.

Fuente: DanksVentil

g) Electroválvula neumática 5/2:

Servirá para el control del aire para la apertura y cierre de la válvula de guillotina, estos serán controlados desde el PLC.



Figura 64. Electroválvula neumática 5/2.

Fuente: Seamtrics

h) Unidad de mantenimiento:

Dado que nuestra fuente de aire será un compresor de tornillo (cuarto de compresores) se requerirá una unidad de mantenimiento para regular el aire que va a necesitar nuestras válvulas.

CARACTERÍSTICAS		APLICACIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Diámetros de conexión desde 1/4" hasta 1". • Precisión de filtrado hasta de 5 micrones. • Presión de trabajo hasta de 200 psi. • Disponibilidad de diferentes configuraciones. 		<ul style="list-style-type: none"> • Circuitos neumáticos industriales • Laboratorios • Industria automotriz 	
MODELOS	ESPECIFICACIONES		
Modelos de baja presión	Serie AF, Serie AR, Serie AL, Serie AW y Serie AC. Presión máxima soportada hasta 145 psi (presión máxima de trabajo 120 psi)		
Modelos de alta presión	Serie OF, Serie OR, Serie OL, Serie OFR y Serie OU. Presión máxima soportada hasta 235 psi (presión máxima de trabajo 200 psi)		
Diámetro de conexiones	(AF, AR, AL, AW, AC, OF, OR, OL, OFR y OU-MINI) - 2000-02		1/4" NPT.
	(AF, AR, AL, AW y AC) - 3000-03		3/8" NPT.
	(AF, AR, AL, AW, AC y OU-MIDI) - 4000-04		1/2" NPT.
	(AF, AR, AL, AW y AC) - 4000-06	3/4" NPT.	
(AF, AR, AL, AW y AC) - 5000-10	1" NPT.		
Cuerpo	Modelos de baja presión.	Aluminio fundido a presión.	
	Modelos de alta presión.	Zinc fundido a presión.	

Figura 65. Unidad de mantenimiento.

Fuente: Seamtrics

i) Sistema de alarma:

Se instalará una sirena para informar de algún fallo de la bomba o cualquier otra eventualidad.

j) Boyas electromagnéticas

Se instalarán en los 2 primeros reservorios puesto que puede surgir cualquier eventualidad y puede fallar alguna bomba haciendo que esta no impulse el agua por la tubería, elevando así el nivel de agua en parámetros no deseados. También, podrían ocurrir fallas en la apertura de las válvulas de guillotina. Si esto sucediera el caudalímetro detecta un flujo anormal mandando una señal al PLC para apagar las bombas y activar las sirenas y así evitar daños a los equipos.

k) Pantalla HMI (SIMATIC Basic Panel Siemens KTP900 Basic PN):

Su función principal va a ser visualizar en tiempo real los parámetros del proceso, así como también identificar fallas.



Figura 66. Pantalla HMI.

Fuente: Siemens.

Tabla 68. Cotización de, equipos, herramientas, materiales e instrumentación para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en Quicornac SAC

EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y INSTRUMENTACIÓN				
<i>Equipos</i>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
Sedimentador primario (acero inoxidable)	01 unid.	S/ 14 512,20	S/18 512,20	
Reactor biológico (acero inoxidable)	01 unid.	S/17 778,12	S/17 778,12	
Sedimentador secundario (acero inoxidable)	01 unid.	S/19 327,60	S/19 327,60	
Tanque de Lodos (acero inoxidable)	01 unid.	S/4 500,00	S/ 4 500,00	
Difusores de burbuja fina	21 unid.	S/ 22,00	S/ 462,00	
Electrobomba 3 HP	03 unid.	S/ 1 228,00	S/ 3 864,00	
Bomba centrífuga para lodos 2 HP	02 unid.	S/ 900,0	S/1 800,00	
Valor total de equipos			S/ 66 243,92	
<i>Instrumentación</i>				
DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	P. UNITA.	TOTAL
SIMATIC Basic Panel KTP900 Basic 6AV2123	Siemens	01 unid.	S/ 4 156,00	S/ 4 156,00
PLC Siemens CPU S7 – 1215C – 6ES7 215	Siemens	01 unid.	S/ 2 411,76	S/ 2 411,76
Tablero metálico anclado IP65	Seametrics	01 unid.	S/ 3 100,00	S/ 3 100,00
Llave térmica General BL 160 Amp.	Siemens	01 unid.	S/ 600,00	S/ 600,00
Conexiones de soldadura y equipos mecánicos	Varios	01 unid.	S/ 3 000,00	S/ 3 000,00
Contactador de 62 Amp.	Siemens	09 unid.	S/ 45,00	S/ 405,00
Fuente para PLC	Siemens	01 unid.	S/ 350,00	S/ 350,00
Software de programación y licencia de programación	Siemens	01 unid.	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00
Cable de comunicación HART	ALEKA	300 metros	S/ 15,00	S/ 4 500,00
Conector de comunicación	Seametrics	6 unid.	S/ 180,00	S/ 180,00
Caudalímetro 4" electromagnético iMAG	Seametrics	1 unid.	S/ 7 076,27	S/ 7 076,27
Caudalímetro 6" electromagnético iMAG	Seametrics	1 unid.	S/ 7 076,27	S/ 7 076,27
Válvula Guillotina electromagnética L65	DanksVentil	02 unid.	S/ 700,00	S/ 1 400,00
Valor total de instrumentación			S/38 255,30	

Conexiones				
DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula check 4"	Canastll	04 unid.	S/ 115,00	S/ 460,00
Válvula check 6"	Canastll	03 unid.	S/ 180,00	S/ 540,00
Tubería PVC 4"x 3 m (172,5 m + 51,4 m) + (6,5 m + 4,6 m + 4,27 m + 4 m + 7 m + 3,8 m)	Pavco	85 unid.	S/ 22,00	S/ 1 870,00
Tubería PVC 6" x 5 m (4,10 m + 1 m + 4,50 m + 5,30 m + 1,40 m)	Pavco	4 unid.	S/ 154,90	S/ 619,00
Valor total de conexiones				S/ 3 489,00
Herramientas				
DESCRIPCIÓN	H-MAL	P. UNITARIO	TOTAL	
Pinza amperimétrica Marca Fluke	160	S/ 0,50	S/ 80,00	
Kid de herramientas básicas	140	S/ 0,98	S/ 137,20	
Rotuladora	110	S/ 0,68	S/ 74,80	
Taladro alámbrico	120	S/ 0,38	S/ 45,60	
Extensión 220 v	110	S/ 0,46	S/ 50,60	
Prensa termina	120	S/ 1,60	S/ 127,20	
Pistola generadora de calor	110	S/ 1,00	S/ 110,00	
DESCRIPCIÓN	CANTID.	P. UNITARIO	TOTAL	
Codos 45° 4"	20	S/ 5,80	S/ 116,00	
Codos 45° 6"	10	S/ 35,90	S/ 359,00	
Codos 90° 4"	20	S/ 6,20	S/ 124,00	
Codos 90° 6"	10	S/ 34,90	S/ 349,00	
Tee 4"	20	S/ 8,60	S/ 172,00	
Tee 6"	10	S/ 25,40	S/ 254,00	
Valor total de herramientas				S/ 1 999,40

Fuente: ECP Montajes e instalaciones.

Se eligió Tuberías PVC de 4" y 6" ya que son las que actualmente se usan en Quicornac SAC siendo las más adecuadas para el paso de las aguas residuales según *la Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales*.

La tabla N° 69 detalla los costos intangibles necesarios, resaltando la mano de obra contratista, investigación técnica especializada y seguro contra trabajos de alto riesgo.

Tabla 69. Costos intangibles - Cotización de personal técnico especializado contratista, investigación ingenieril especializada y otros costos.

MANO DE OBRA					
<i>Personal técnico especializado contratista</i>					
PUESTO DE TRABAJO	# TRAB.	D. LABOR.	Cantidad H. Hombre	VALOR HORA	VALOR TOTAL
Supervisor civil	1	30	120	S/ 45,50	S/ 10 920,00
Supervisor electrónico	1	15	120	S/ 45,50	S/ 5 460,00
Operario civil	2	15	240	S/ 29,50	S/ 7 080,00
Oficial civil	3	15	360	S/ 22,50	S/ 8 100,00
Operario electricista	2	12	192	S/ 29,50	S/ 5 664,00
Oficial electricista	1	12	96	S/ 22,50	S/ 2 160,00
Operario instrumentista	3	6	144	S/ 29,50	S/ 4 248,00
Valor total de mano de personal técnico especializada					S/. 43 632,00
<i>Investigación ingenieril especializada</i>					
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	TOTAL	
Ingeniería básica y detalle			01	S/ 5 000,00	
Informe técnico especializado			01	S/ 7 500,00	
Capacitación a colaboradores del departamento de mantenimiento y SSOMA de Quicornac SAC			01	S/ 3 500,00	
Valor total de investigación técnico especializada					S/ 16 000,00
<i>Otros costos</i>					
DESCRIPCIÓN	UNID.	N/PERSO.	D/TRABAJO	C/DÍA	TOTAL
SCTR	Unid.	13	13	S/ 80,00	S/ 13 520,00
Viáticos (alimentación, hospedaje)	Viáticos	13	26	S/ 60,00	S/ 20 280,00
Valor total de materiales de aplicación y consumo					S/ 33 800,00

Fuente: Cotización ECP Montajes e instalaciones

3.4.2. Capital de trabajo

Referido a aquel monto de dinero asignado para el funcionamiento normal y operación continua de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se presentan en la tabla N°70.

Tabla 70. Capital de trabajo.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	C. UNITARIO	COSTO TOTAL
Línea de celular (comunicaciones)	02 unid.	S/1 000,00	S/ 2 000,00
Servicio de Internet (contacto con proveedores)	-	-	S/ 200,00
Repuestos de materiales	Varios	-	S/ 1 500,00
Servicio de energía	-	-	S/2 000,00
Valor total de comunicaciones			S/5 700,00
Elementos de protección personal			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	C. UNITARIO	COSTO TOTAL
Jefe de mantenimiento			
Casco blanco 3M	01 unid.	S/ 40,00	S/ 40,00
Zapato de seguridad	01 par	S/ 75,00	S/ 75,00
Chaleco refractivo color verde	01 unid.	S/ 32,00	S/ 32,00
Coordinador y asistente Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente			
Casco blanco 3M	02 unid.	S/ 40,00	S/ 80,00
Zapato de seguridad	02 par	S/ 75,00	S/ 150,00
Chaleco refractivo color verde	02 unid.	S/ 32,00	S/ 64,00
Técnico de mantenimiento			
Casco azul 3M	01 unid.	S/ 40,00	S/ 40,00
Zapato de seguridad	01 par	S/ 75,00	S/ 75,00
Chaleco refractivo color verde	01 unid.	S/ 32,00	S/ 32,00
Mascarilla de filtro de partículas	01 unid.	S/ 100,00	S/ 100,00
Guante badano	01 par	S/ 12,90	S/ 12,90
Guante anti corte	01 par	S/ 8,90	S/ 8,90
Auxiliar de Servicios generales			
Casco anaranjado 3M	01 unid.	S/ 40,00	S/ 40,00
Zapato de seguridad	01 unid.	S/ 75,00	S/ 75,00
Chaleco refractivo color verde	01 unid.	S/ 32,00	S/ 32,00
Mascarilla de filtro de partículas	01 unid.	S/ 100,00	S/ 100,00
Guante badano	01 unid.	S/ 12,90	S/ 12,90
Guante anti corte	01 unid.	S/ 8,90	S/ 8,90
Valor total de elementos de protección personal			S/ 978,60

Fuente: Quicornac SAC

Por consiguiente, sumada la inversión tangible, intangible y capital de trabajo se tiene una inversión total de S/ 357 417,64. Monto referido el cual Quicornac SAC debe desembolsar para la construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 71. Resumen de inversión total – PTAR Quicornac SAC

<i>INVERSIÓN TOTAL</i>	
<i>Tipo de inversión</i>	<i>Monto S/.</i>
<i>Inversión tangible</i>	
Valor total de trabajos de delimitación, identificación y seguridad	S/ 552,00
Valor total de trabajos preliminares	S/ 70 897,96
Valor total de movimientos de tierra	S/ 12 335,42
Valor total de eliminación de excavación	S/ 9 884,85
Valor total de trabajos de concreto armado	S/ 25 087,99
Valor total de varios	S/ 2 900,00
Valor total de obras mecánicas y de tubería	S/ 12 161,20
Valor total de obras eléctricas	S/ 13 500,00
Valor total de equipos	S/ 66 243,92
Valor total de instrumentación	S/ 38 255,30
Valor total de conexiones	S/ 3 489,00
Valor total de herramientas	S/. 1 999,40
<i>Inversión intangible</i>	
Valor total de mano de personal técnico especializada	S/. 43 632,00
Valor total de investigación técnico especializada	S/ 16 000,00
Valor total de materiales de aplicación y consumo	S/ 33 800,00
<i>Capital de trabajo</i>	
Valor total de elementos de comunicaciones	S/ 5 700,00
Valor total de elementos de protección personal	S/ 978,60
<i>INVERSIÓN</i>	S/ 357 417,64
<i>Imprevistos</i>	
Valor total de imprevistos (7%)	S/ 25 019,23
<i>INVERSIÓN TOTAL</i>	S/ 382 436,87

3.4.3. Gastos administrativos

Son aquellos costos que involucran el control administrativo del manejo de la planta de tratamiento de aguas residuales, es decir el personal que estará a cargo del control operativo de la planta de forma permanente. También involucra los costos de impresiones de formatos con los cuales se llevará el monitoreo y control constante del sistema.

Es importante precisar, que el sueldo mensual de los colaboradores que se encargaran del manejo de la planta actualmente ya es asumido por Quicornac SAC en el pago de su planilla mensual, solo se le adicionarán responsabilidades dentro de su manual de funciones actual.

Descripción de los puestos de trabajo:

a) Coordinador Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente:

Actualmente Quicornac SAC cuenta con un Coordinador SSOMA. Sus responsabilidades en el proyecto serán las siguientes:

- Supervisar la construcción y puesta en marcha del sistema.
- Informar a la gerencia general, jefatura administrativa y jefatura de operaciones los avances en la construcción de la PTAR.
- Planificar, organizar y dirigir las acciones operativas del sistema de tratamiento de aguas residuales, desde el funcionamiento de los equipos hasta el requerimiento de insumos y materiales necesarios.
- Recopilar la información del sistema y archivarla adecuadamente ante una posible auditoría por parte de un ente del estado o empresa externa.
- Contactar periódicamente a una EPS que esté autorizada por DIGESA para la disposición final de los lodos.
- Establecer a diario los parámetros de funcionamiento de la planta
- Brindar los elementos de protección personal adecuados de acuerdo a las actividades a ejecutar al personal operativo y encargado del sistema.
- Reemplazar los EPPs cuando evidencien desgaste.

b) Asistente de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente:

Actualmente Quicornac SAC cuenta con un Asistente SSOMA. Sus responsabilidades en el proyecto serán las siguientes:

- Asistir al Coordinador SSOMA (jefe inmediato) en sus funciones.
- Supervisar la construcción y puesta en marcha del sistema.
- Control documentario del Sistema.
- Llenado de reportes e informes operativos de Sistema de Tratamiento de aguas residuales para ser presentado al Coordinador SSOMA.
- Brindar los elementos de protección personal adecuados de acuerdo a las actividades a ejecutar al personal operativo y encargado del sistema.
- Reemplazar los EPPs cuando evidencien desgaste.
- Realizar requerimientos de compra de materiales y/o insumos.

c) Sub Jefe de Mantenimiento y Proyectos:

Actualmente Quicornac SAC cuenta con un Sub – Jefe de Mantenimiento y Proyectos. Sus responsabilidades en el proyecto serán las siguientes:

- Supervisar la construcción y puesta en marcha del sistema.
- Planificar, organizar y ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de tratamiento de aguas residuales cuando sea requerido y/o necesario.
- Control documentario del mantenimiento del Sistema.
- Realizar informes operativos de Sistema de Tratamiento de aguas residuales para ser presentado a la gerencia general, jefatura administrativa y jefatura de operaciones.

d) Técnico mecánico:

Actualmente Quicornac SAC cuenta con 04 técnicos mecánicos. Específicamente para este proyecto, 01 técnico (el cual será rotativo) será asignado para cumplir con las siguientes funciones:

- Informar sobre fallas ocurridas durante el transcurso de la jornada y registrar las fallas en el reporte de operatividad del sistema y entregarlos a finalizar el día a su jefe inmediato.
- Comunicar al jefe inmediato cualquier desviación del sistema de tratamiento de aguas residuales y coordinar su corrección.
- Ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de tratamiento de aguas residuales cuando sea requerido y/o necesario.
- Mantener en estado operativo y de funcionamiento la planta de tratamiento.
- Llenado de reportes e informes operativos de Sistema de Tratamiento de aguas residuales para ser presentado al Sub-Jefe de Mantenimiento y Proyectos.

e) Auxiliar de Servicios Generales:

Actualmente Quicornac SAC cuenta con 06 auxiliares de Servicios Generales. Específicamente para este proyecto, 01 auxiliar (el cual será rotativo) será asignado para cumplir con las siguientes funciones:

- Realizar a diario limpieza de las instalaciones y equipos.
- Apoyar en alguna actividad que el jefe inmediato indique.

Tabla 72. Gastos administrativos.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTID.	C. UNITARIO	COSTO TOTAL
<i>Impresión formatos A4 para control y monitoreo del sistema de tratamientos</i>				
Formato de monitoreo y control del sistema en papel ecológico	Pliego x 150 hojas	7	S/ 32,90	S/ 230,30

3.4.4. Costos de consumo de agua

Actualmente en Quicornac SAC los principales productos manufacturados son: puré de mango aséptico, puré de mango congelado, concentrado congelado de maracuyá y jugo congelado de maracuyá (ver figura N°9 – 10 – 12 - 13) los cuales requieren grandes cantidades de agua para su producción (ver tabla N°12 – 13 – 14).

Para poder satisfacer estas grandes cantidades de agua que requiere el proceso Quicornac SAC cuenta con la autorización para la explotación un pozo a tajo abierto según R.D. N°356 – 2013 – ANA – AAA JZ – V con un valor de retribución económica S/. 0,98143 m³ (ver anexo N°08). La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la encargada de regular el uso del agua subterránea y supervisar el pago de la retribución económica, el cual es el pago que en forma obligatoria debe abonar Quicornac SAC al Estado en contraprestación por su uso. Se fija por metro cúbico de agua subterránea utilizada, cualquiera sea la forma del derecho de uso y de su origen, tal como lo establece la Ley de Recursos Hídricos.

Considerando el volumen tratado 500 m³/día se calculó el ahorro de consumo de agua: 180 000 m³/año (ver tabla N°73), volumen que multiplicado por su coste por m³ S/ 0,98143 el cual establece el ANA por el uso de agua subterránea (ver anexo N°08) se obtuvo un monto total de ahorro S/ 176 657,40 año cantidad referida a la que empresa dejaría de pagar a la Autoridad Nacional de Agua por consumo frecuente de agua subterránea.

Tabla 73. Pronóstico del efluente para los años 2018-2022

AÑO	VOLUMEN (m3/año)	COSTO x m ³	Ahorro (Ingreso)
2019	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2020	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2021	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2022	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2023	180 000	S/0,98143	S/176 657,40

3.4.5. Costos del sistema de tratamiento de efluentes

3.4.5.1. Costos de energía eléctrica del sistema de tratamiento de aguas residuales

Se calculó el consumo de energía del sistema, para ello primero se tuvo en cuenta los equipos del sistema de tratamiento preliminar actual de Quicornac SAC, los cuales son: 02 bombas autocebantes (5 HP), electrobomba N°01 (7,5 HP) y electrobomba N°02 (7,5 HP). Su funcionamiento comprende los costos energéticos que incurre la empresa para operar el sistema. ENSA, establece los siguientes costes de kW/h a Quicornac SAC (ver tabla N°74).

Tabla 74. Costes de energía según horario de uso.

Costo de energía de hora punta (S/kW)	Costo de energía Fuera Punta (S/kW)
S/ 0,1248	S/ 0,1042

Fuente: Recibo de consumo de luz Quicornac SAC – Período junio 2018.

Es importante mencionar que según OSINERGMIN – mediante la RESOLUCIÓN DE LA COMISIÓN DE TARIFAS ELÉCTRICAS No. 024-97 P/CTE establece diferencias en el consumo entre la hora punta y fuera de punta, siendo una tasa de pago diferente según horario (ver tabla N°75).

Tabla 75. Coste de energía según horario de consumo.

Horario	Tarifa
00:00 h – 18:00 h	Fuera de punta (Kw)
18:00 h – 22:00 h	Hora punta (kW)
23:00 h – 24:00 h	Fuera de punta (Kw)

Fuente: Resolución de la comisión de tarifas eléctricas No. 024-97 P/CTE

A continuación, en la tabla N°76 se detalla la potencia, horas de consumo por día, días de trabajo por mes, consumo mensual (kW/hora) y costo mensual de energía por cada equipo que compone el sistema de tratamiento preliminar (cárcamo), siendo un total de S/1 456,18 mensuales.

Tabla 76. Consumo y costo de energía del sistema de tratamiento preliminar de Quicornac

	Potencia (HP)	Potencia (kW)	Horas de consumo por día (h/día)	Días de trabajo por mes (días/mes)	Consumo diario (kW/h) Fuera Punta	Consumo diario (kW/h) Hora Punta	Consumo total diario (kW/día)	Consumo mensual (kW/h)	Costo de energía Fuera Punta(S/)	Costo de energía de hora punta (s/)	Costo de energía por día	Costo mensual
Bomba autocebante N°01 (cárcamo)	5	3,73	24	30	70,84	18,64	89,48	2 684,52	S/ 7,38	S/ 2,33	S/ 9,71	S/ 291,24
Bomba autocebante N°02 (cárcamo)	5	3,73	24	30	70,84	18,64	89,48	2 684,52	S/ 7,38	S/ 2,33	S/ 9,71	S/ 291,24
Electrobomba N°01 (cárcamo)	7,5	5,59	24	30	106,26	27,96	134,23	4 026,78	S/ 11,07	S/ 3,49	S/ 14,56	S/ 436,86
Electrobomba N°01 (cárcamo)	7,5	5,59	24	30	106,26	27,96	134,23	4 026,78	S/ 11,07	S/ 3,49	S/ 14,56	S/ 436,86
TOTAL											S/ 1 456,18	

En la tabla N°77 se detalla la potencia, horas de consumo por día, días de trabajo por mes, consumo mensual (kW/hora) y costo mensual de energía por cada equipo que compone el sistema de tratamiento propuesto, siendo un total de S/. 774,35 mensuales, que sumado con el costo energético mensual del cárcamo da un total de S/2 230,54 por mes. Este monto es referido al costo energético mensual del sistema.

Tabla 77. Consumo y costo de energía del sistema de tratamiento propuesto de Quicornac

	Potencia (HP)	Potencia (kW)	Horas de consumo por día (h/día)	Días de trabajo por mes (días/mes)	Consumo diario (kW/h) Fuera Punta	Consumo diario (kW/h) Hora Punta	Consumo total diario (kW/día)	Consumo mensual (kw/h)	Costo de energía Fuera Punta(s/)	Costo de energía de hora punta (s/)	Costo de energía por día	Costo mensual
Electrobomba 1	3	2,24	15	30	33,56	0	33,56	1 006,70	S/ 3,50	S/ 0,00	S/ 3,50	S/ 104,90
Electrobomba 2	3	2,24	18	30	40,27	0	40,27	1 208,03	S/ 4,20	S/ 0,00	S/ 4,20	S/ 125,88
Electrobomba 3	2	1,49	24	30	28,34	7,45	35,79	1 073,81	S/ 2,95	S/ 0,93	S/ 3,88	S/ 116,49
Bomba centrífuga lodos 1	2	1,49	8	3	11,93	0	11,93	35,79	S/ 1,24	S/ 0,00	S/ 1,24	S/ 3,73
Bomba centrífuga lodos 2	2	1,49	24	30	28,34	7,45	35,79	1 073,81	S/ 2,95	S/ 0,93	S/ 3,88	S/ 116,49
Compresor de tornillo	5	3,73	24	30	70,84	18,64	89,48	2 684,52	S/ 7,38	S/ 2,33	S/ 9,71	S/ 291,24
Tablero eléctrico (Pantalla HMI, PLC)		0,2	24	30	3,8	1	4,8	144	S/0,63	S/ 0,12	S/ 0,52	S/ 15,62
TOTAL											S/ 774,35	

3.4.5.2. Costos de energía eléctrica del sistema de tratamiento de aguas residuales

En la tabla N°78 se calculó el costo de energía por m³ del tratamiento de agua residual, tomando en cuenta el tiempo de tratamiento (h) por m³ multiplicado por el costo de energía por hora de los equipos, resultando que por cada m³ tratado por hora se incurre en un costo de S/ 0,170

Tabla 78. Costo de energía por m³ de agua tratada en el sistema.

Equipo	Tiempo de tratamiento (h/m ³)	Costo de energía (kW/h)	Costo de energía por m ³ de agua tratada
<i>Sistema de tratamiento preliminar</i>			
Bomba autocebante N°01	0,05	S/ 0,40	S/ 0,020
Bomba autocebante N°02	0,05	S/ 0,40	S/ 0,020
Electrobomba N°01	0,05	S/ 0,61	S/ 0,030
Electrobomba N°02	0,05	S/ 0,61	S/ 0,030
<i>Sistema propuesto</i>			
Electrobomba 1	0,05	S/ 0,23	S/ 0,012
Electrobomba 2	0,05	S/ 0,23	S/ 0,012
Electrobomba N° 3	0,05	S/ 0,16	S/ 0,008
Bomba centrífuga para lodos 1	0,05	S/ 0,16	S/ 0,008
Bomba centrífuga para lodos 2	0,05	S/ 0,16	S/ 0,008
Compresor de tornillo	0,05	S/ 0,40	S/ 0,020
Tablero eléctrico (HMI, sirena, PLC)	0,05	S/ 0,021	S/ 0,001
<i>Costo total de energía por m³</i>			S/ 0,170

3.4.5.3. Costo por tratamiento de efluente

Se calculó el costo del tratamiento del efluente tomando en cuenta el costo de energía por día de los equipos (ver tabla N°76 y 77) dividido entre la cantidad de agua residual tratada (m³/día) obteniendo el costo de a continuación:

$$\text{Costo tratamiento} = \frac{75,47 \frac{S}{\text{día}}}{20,82 \frac{m^3}{\text{día}}} = 3,62 \frac{S}{m^3}$$

3,62 $\frac{S}{m^3}$, es el costo de tratamiento por metro cúbico tratado en el sistema.

3.4.5.4. Costo de mantenimiento

En la tabla N°79 se calculó el costo de mantenimiento anual de la infraestructura que conforma la planta de tratamiento de aguas residuales. Se estableció de acuerdo a un plan de mantenimiento y actividades a ejecutar de conforme a una frecuencia establecida, dando un coste total anual de S/ 400,00.

Tabla 79. Costo de mantenimiento anual – Infraestructura PTAR Quicornac SAC

Plan de Mantenimiento Anual Infraestructura - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Quicornac S.A.C.					
Línea	Infraestructura	Actividad	Frecuencia	Ejecutante	Costo
PTAR Quicornac S.A.C.	Cisterna 60 m ³	Inspección de tuberías de agua de red (cambio)	6 meses	Técnico Quicornac	S/ 100,00
		Inspección a paredes, piso (Pintado, Tapado de agujeros)	12 meses	Auxiliar de SSGG	
	Cisterna 30 m ³	Inspección de tuberías de agua de red (cambio)	6 meses	Técnico de Quicornac	S/ 100,00
		Inspección a paredes, piso (Pintado, Tapado de agujeros)	12 meses	Auxiliar de SSGG	
	Sedimentador primario	Inspección y cambio de tuberías de agua	6 meses	Técnico de Quicornac	S/ 50,00
	Sedimentador secundario	Inspección y cambio de tuberías de agua	6 meses	Técnico de Quicornac	S/ 50,00
	Reactor biológico	Inspección y cambio de tuberías de agua	6 meses	Técnico de Quicornac	S/ 50,00
	Tanque de lodos	Inspección y cambio de tuberías de agua	6 meses	Técnico de Quicornac	S/ 50,00
<i>Costo total anual de mantenimiento de infraestructura</i>					S/400,00

De acuerdo con la tabla N°80 y 81 se calculó el costo de mantenimiento anual de los equipos que conforma la planta de tratamiento de aguas residuales. Se estableció de acuerdo a un plan de mantenimiento y actividades a ejecutar de conforme a una frecuencia establecida.

Tabla 80. Costo de mantenimiento anual – Equipos PTAR Quicornac SAC

Plan de Mantenimiento Equipos - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Quicornac S.A.C.					
Línea	Equipo	Actividad	Frecuencia	Ejecutante	Costo
PTAR Quicornac S.A.C.	Tablero eléctrico (Pantalla HMI, PLC Siemens CPU S7 – 6ESE 2015, llave termomagnética, unidad de mantenimiento)	Inspección general	1 mes	Técnico de Quicornac SAC	S/350,00
		Limpieza de conexiones	1 mes		
		Medición de amperaje	Semanal		
		Cambio de batería	6 meses		
	Caudalímetro electromagnético de agua residuales IMAG 4700	Inspección general/Limpieza	3 meses	Técnico de Quicornac SAC	S/50,00
		Calibración del sistema de medición	1 año	Contratista externo	S/200,00
	Válvula de Guillotina	Inspección de casquillo de cierre	6 meses	Técnico de Quicornac SAC	S/75,00
	Difusores de burbuja fina	Limpieza de conexiones	1 año	Técnico de Quicornac SAC	S/100,00
	Bomba autocebante N°01 (cárcamo)	Cambio de rodamiento al motor	6000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/25,00
	Bomba autocebante N°02 (cárcamo)	Cambio de rodamiento al motor	6000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/25,00
	Electrobomba N°01 (cárcamo)	Inspección general	2000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/150,00
		Cambio de rodamiento al motor	6000 horas		
		Barnizado de motor	6000 horas		
	Electrobomba N°01	Inspección general	2000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/150,00
		Cambio de rodamiento al motor	6000 horas		
Barnizado de motor		6000 horas			
Electrobomba N°02	Inspección general	2000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/150,00	
	Cambio de rodamiento al motor	6000 horas			
	Barnizado de motor	6000 horas			

Tabla 81. Costo de mantenimiento anual – Equipos PTAR Quicornac SAC

Plan de Mantenimiento Equipos - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Quicornac S.A.C.					
Línea	Equipo	Actividad	Frecuencia	Ejecutante	Costo
PTAR Quicornac S.A.C.	Electrobomba N°03	Inspección general	2000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/150,00
		Cambio de rodamiento al motor	6000 horas		
		Barnizado al motor	6000 horas		
	Bomba centrífuga lodos N°1	Inspección general	2000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/100,00
		Cambio de rodamiento al motor	6000 horas		
		Cambio del sello mecánico	12 meses		
		Barnizado al motor	6000 horas		
	Bomba centrífuga lodos N°2	Inspección general	2000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/100,00
		Cambio de rodamiento al motor	6000 horas		
		Cambio del sello mecánico	12 meses		
		Barnizado al motor	6000 horas		
	Compresor de tornillo	Mantenimiento general	3000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/350,00
		Cambio de filtro de aceite	8000 horas		
	Interruptores de Nivel- Boyas	Cambio de interruptor nivel - Boya	5000 horas	Técnico de Quicornac SAC	S/75,00
Inspección general		Mensual			
Costo total anual de mantenimiento de equipos					S/ 2 050,00
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO ANUAL PTAR QUICORNAC SAC					S/ 2 450,00

Según la tabla N°80 y 81 se tiene un costo total anual de mantenimiento de equipos de S/ 2 050,00 que sumado con el costo de mantenimiento de infraestructura, da un costo total anual PTAR Quicornac SAC de S/ 2 450,00 siendo este el coste que la empresa debe incurrir para asegurar la operatividad del sistema, no presentar inconvenientes y paradas de producción.

3.4.6. Análisis costo beneficio de la propuesta

Nos permitirá establecer la correlación entre los costos del proyecto y los beneficios que se generan, para así poder determinar su rentabilidad.

3.4.6.1. Inversión total

Para el monto total que la empresa invertirá en la construcción de la PTAR (ver tabla N°71).

Inversión intangible

- Según lo cotizado: trabajos de delimitación, identificación y seguridad, trabajos preliminares, trabajos movimientos de tierra, trabajos de eliminación de excavación, trabajos de concreto armado + varios, trabajos de obras mecánicas y de tubería, trabajos de obras eléctricas, valor total de equipos, instrumentación.

Inversión intangible

- Valor total de mano de personal técnico especializada, valor total de investigación técnico especializado, valor total de materiales de aplicación y consumo.

Capital de trabajo

- Valor total de comunicaciones y de elementos de protección personal.

Se obtuvo un valor de inversión de S/ 357 417 soles, monto al cual se tiene que sumar un 7% adicional por concepto de imprevistos que se puedan tener en el transcurso del desarrollo del proyecto, dando un total de S/ 382 436,87.

La inversión total será asumida a partir de las utilidades por lo cual no hay gastos por conceptos de intereses o amortizaciones de deuda.

3.4.6.2. Inversión total

Considerando la capacidad de la planta de tratamiento (500 m³/día) se calculó el ahorro de consumo de agua 180 000 m³/año de la empresa (ver tabla N°82), cantidad que multiplicada por su coste por m³ S/ 0,98143 (ver anexo N°08) se obtuvo un monto total de ahorro S/ 176 657,40. Este monto considera como el *ingreso* para el cálculo de rentabilidad de la empresa.

Tabla 82. Ingresos por ahorro de consumo de agua.

AÑO	VOLUMEN (m ³ /año)	COSTO x m ³	Ahorro (Ingreso)
2019	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2020	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2021	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2022	180 000	S/0,98143	S/176 657,40
2023	180 000	S/0,98143	S/176 657,40

3.4.6.3. Costo

Según lo expuesto con anterioridad el sistema de tratamiento propuesto se cuenta conformado una serie de equipos diversos (electrobombas, compresor, tablero eléctrico, etc.) que en consecuencia generan un gasto para la empresa por concepto de electricidad que según los cálculos realizados ascienden (ver tabla N°76 y 77) a S/ 2 230,54 mensuales y costo de mantenimiento (ver tabla N°79 – 80 – 81) de S/ 2 450 anual.

3.4.6.4. Flujo de caja

Con los datos obtenidos se procedió a proyectar un flujo de Caja a 5 años, tomando como referencia una tasa de inversión de 10% que es superior al promedio que ofrecen las entidades financieras en Perú, considerando esto se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de S/8 194,06 soles con lo cual la inversión es rentable, además de esto el TIR es de 11% un poco por encima de la tasa de inversión de referencia por lo tanto en base a ambos indicadores se debe realizar la inversión.

Tabla 83. Flujo de caja.

Ítems	Pre Operativo	2019	2020	2021	2022	2023
INGRESOS						
Inversión	S/382 436,87					
Ingresos		S/ 176 657	S/ 176 657	S/ 176 657	S/ 176 657	S/ 176 657
TOTAL INGRESOS	S/ 0	S/ 176 657	S/ 176 657	S/ 176 657	S/ 176 657	S/ 176 657
EGRESOS						
Costo Energético		S/ 26 766	S/ 26 766	S/ 26 766	S/ 26 766	S/ 26 766
Gastos Administrativos		S/ 230,30	S/ 230,30	S/ 230,30	S/ 230,30	S/ 230,30
Costo de mantenimiento		S/ 2 450	S/ 2 450	S/ 2 450	S/ 2 450	S/ 2 450
TOTAL EGRESOS	S/ 0	S/ 29 447	S/ 29 447	S/ 29 447	S/ 29 447	S/ 29 447
SALDO BRUTO	S/ 0	S/ 147 211	S/147 211	S/ 147 211	S/ 147 211	S/ 147 211
Impuesto a la Renta	S/ 0	S/ 44 163	S/ 44 163	S/ 44 163	S/ 44 163	S/ 44 163
SALDO NETO (D/S)	-S/ 382 437	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047
UTILIDAD ACUMULADA	-S/ 382 437	-S/ 279 389	-S/ 176 342	-S/ 73 295	S/ 29 753	S/ 132 800
VAN	S/8 194,06					
TIR	11%					

3.4.6.5. Período de retorno de la inversión

Tabla 84 Período de retorno de la inversión

Periodo	Pre Oper	2019	2020	2021	2022	2023
Referencia periodo	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja	-S/ 382 437	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047
Flujo de Caja acumulado	-S/ 382 437	-S/ 279 389	-S/ 176 342	-S/ 73 295	S/ 29 753	S/ 132 800

Periodo anterior al cambio de signo	3
Valor absoluto del flujo acumulado	S/ 73 295
Flujo de Caja en siguiente periodo	S/ 103 047

$$\text{Período de } \textit{payback} = 3 + \frac{S/ 73 295}{S/ 103 047} = 3,7$$

El periodo en que la inversión será recuperada es de 3 años con 7 meses, a partir de ese punto el saldo que se consiga con el proyecto serán ganancias

3.4.6.6. Retorno de la inversión

Tabla 85 Retorno de la inversión

Periodo	Pre Oper	2019	2020	2021	2022	2023
Flujo de Caja	-S/ 382 437	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047	S/ 103 047

Inversión	S/ 382 437
Beneficio	S/ 515 235

$$ROI = \left(\frac{515 235 - 382 437}{382 437} \right) \times 100 = 35\%$$

Por cada sol invertido se obtiene una rentabilidad de 35%, es decir 35 céntimos de beneficio por cada sol invertido.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Quicornac SAC actualmente produce: puré de mango aséptico, puré de mango congelado, concentrado congelado de maracuyá y jugo congelado de maracuyá. Para su elaboración requiere grandes cantidades de agua, la cual la obtiene mediante la explotación de un pozo a tajo abierto según R.D. N°356 – 2013 – ANA – AAA JZ – V. El consumo de agua en Agroindustria Quicornac SAC ha tomado valores hacia una tendencia positiva, salvo en el año 2017 que disminuyó un 4% con respecto al 2016, pero esto fue debido a las consecuencias por el Fenómeno El Niño Costero. Se identificó que los meses de mayor consumo son enero, marzo, agosto y diciembre, y los de menor consumo: setiembre, octubre y noviembre. Las aguas residuales resultantes de los procesos manufacturados actualmente pasan por un sistema de tratamiento preliminar, lo cual le permite cumplir con los valores de D S N°021-2009-VIVIENDA Valores Máximos Admisibles (VMA) según los parámetros de la CIU 1030 “Elaboración y conservación de frutas”, pero sin embargo vierte 701,25 m³/día al drenaje, por lo que organismos técnicos especializados recomendaron que deben ejecutar acciones a corto plazo que les permita reaprovechar las grandes cantidades de agua que son eliminadas directamente al drenaje de Olmos.
2. Mediante el análisis físico químico que se realizó para evaluar la calidad del agua residual de Quicornac SAC se determinó que actualmente cumple con los valores de D.S. N°021-2009-VIVIENDA Valores Máximos Admisibles (VMA) según los parámetros de la CIU 1030 “Elaboración y conservación de frutas”. Sin embargo, con fines de reutilización en el riego de plantas de tallo alto y bajo los parámetros como aceites y grasas (10 mg/L), DBO₅ (418 mg/L), DQO (320 mg/L), Coliformes Termotolerantes (820 NMP/ml) exceden a los valores del al D.S. N° 004 – 2017 MINAM – riego de vegetales por lo cual es necesario un sistema de tratamiento adicional.
3. Para la evaluación y elección del tratamiento de Quicornac SAC se realizó en base a las características de los diversos sistemas de tratamiento aplicables en el sector agroindustrial. Fue relevante precisar que la empresa cuenta con su sistema de tratamiento preliminar en base a un sistema de rejillas y filtro estático por lo que se planteó complementar este sistema. Mediante la aplicación del método factores ponderados se obtuvo el tratamiento seleccionado: lodos activados, resaltando en los factores como eficiencia en la remoción de contaminantes y producto apto para su reutilización Finalmente se obtuvo el diseño final del sistema con una capacidad de 180 000 $\frac{m^3}{año}$ el cual consta de un tratamiento preliminar (rejilla y filtro estático), tratamiento primario (sedimentación), tratamiento secundario (lodos activados que se compone de un reactor biológico y sedimentador secundario) los cuales reducen la carga aceites y grasas (2,275 mg/L), DBO₅ (14 mg/L), DQO (28,8 mg/L), pH (8,09), Coliformes termotolerantes (73,8 NMP/ml) cumpliendo los valores del D S N° 004 – 2017 MINAM con fines de riego de vegetales de tallo alto y bajo.

4. Para la evaluación del análisis costo beneficio se calculó los costos de inversión totales S/ 382 437, así como también el monto expresado en ahorros que tendrá la empresa por la propuesta del sistema de tratamiento siendo $180\,000 \frac{m^3}{año}$ el cual multiplicado por su costo $0,98143 \frac{S}{m^3}$ representa un ahorro de $176\,657,40 \frac{S}{año}$, siendo en los años proyectados un ahorro sobre el consumo de agua de S/ 883 287. Se obtuvo una rentabilidad del 35%, es decir 35 céntimos de beneficio por cada sol invertido recuperándose la inversión en 3 años con 7 meses, así mismo, se obtuvo indicadores como el VAN S/8 194,06 soles y TIR 11% los cuales me indican que el proyecto es rentable y se debe realizar la inversión.

4.2. Recomendaciones

- Debido a limitantes del proyecto (cantidad de agua reutilizada requerida) se planteó trabajar con una determinada capacidad de planta. Es por ello que se recomienda nuevas investigaciones sobre requerimientos de agua tratada en pueblos, zonas aledañas a la planta (agricultores pequeños) las cuales no tienen fácil acceso al recurso agua. De esta manera Quicornac SAC fortalece su compromiso con el bien social y así mismo impulsa el sector agrícola de Olmos para el riego y siembre de cultivos de mango y maracuyá, que posteriormente podría abastecer sus procesos productivos.
- Se recomienda establecer un programa de capacitación a los colaboradores de Quicornac SAC sobre temas de ahorro del recurso agua para que de esta manera se tome conciencia de la gran cantidad de agua residual que es vertida al drenaje de la ciudad de Olmos.
- Se recomienda en futuras investigaciones mejorar el sistema de tratamiento preliminar actual (cárcamo) por uno automatizado.
- Se recomienda realizar un monitoreo constante con respecto a la relación entre el volumen de agua residual generada y las toneladas de materia prima que ingresan a producción, a fin de generar indicadores operativos trimestrales y de proyección anuales
- Se recomienda establecer un proyecto para reutilizar el lodo residual generado a partir de los sedimentadores para poder convertirlo en compost y sea utilizado como abono natural en las plantaciones de Quicornac SAC.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Alcarraz y J. Inche. "Tratamiento de efluentes de una planta procesadora de frutas", *Industrial Data*, vol. 13, núm. 2, pp. 99-104, julio, 2010.
- [2] L. Nelson y A. Dasgupta., "Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos." Madrid, España, 1991.
- [3] A. Duek. "El agua en las industrias alimenticias de Mendoza (Argentina): Estimación de los requerimientos hídricos y la potencialidad de reuso agrícola", *Ambiente & Agua*, vol.11, núm.2, pp. 279-288, febrero, 2016.
- [4] J. Chalen, M. Peñafiel y A. Saltos. "Eliminación de la materia orgánica e inorgánica presentes en el agua residual de una industria de pulpa de fruta empleando catalizador enzimático", *Dominio de las ciencias*, vol.3, núm.3, pp.362-376, junio, 2017.
- [5] A. Llaneza Gonzáles, "Tratamiento de aguas residuales en la industria de zumo de manzana", tesis doctoral, Universidad de Oviedo, España, 2012.
- [6] J. Reyes, Y. González, A. Rincón, A. Díaz y S. Carrasquero, "Comparación de dos tipos de llenado para la remoción de materia orgánica en un efluente alimenticio usando un reactor por carga secuencial", Maracaibo, Venezuela: Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: Universidad de Zulia, vol. 5, núm. 1 y 2, pp. 178 – 183, diciembre 2015.
- [7] C. Leite, J. Lopes, M. Sousa, J. Silvestre y J. Rodriguez. "Caracterização e tratamento de efluentes da indústria de conservas de cogumelos em Portugal", *Tecnoqua*, pp: 90-97, agosto, 2015.
- [8] P. Malacatus, B. Guerrero y G. Llerena, *Generación de efluentes en el proceso de extracción crudo de Palma en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Revista científica Dominio de las Ciencias, vol. 3, núm. 4, pp.459-469, octubre 2017.
- [9] I. Virto, P. Bescansa. M. Imaz y A. Enrique. "Riego con aguas residuales de la industria agroalimentaria y calidad del suelo en el valle del Ebro en navarra, españa". *Terra Latinoamericana*, vol.25, número 3, 2015.
- [9] Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, *Fiscalización ambiental en Aguas Residuales*. Miraflores, Perú: Biblioteca Nacional del Perú.
- [10] J. Picazo, *Aguas residuales en la industria Agroalimentaria: caracterización y sistemas de tratamiento y depuración*. Granada, España: Delegación Provincial de la Consejería de Salud, 2000.
- [11] Ministerio del Ambiente - Sistema Nacional de Información Ambiental, *Tratamiento y reuso de aguas residuales*. Miraflores, Perú: 2012.
- [12] R. Isla. *Proyectos de plantas de tratamiento de aguas: aguas de proceso, residuales y de refrigeración*. Madrid, España, 2005.
- [13] R. Rojas. *Calidad del agua*. Bogotá, Colombia: Escuela de Colombia de Ingeniería, 2009.
- [14] M. Eddy. *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y reutilización*. California, EE. UU.: Universidad de California, 1995.
- [15] M. Rossi. *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú*. Lima, Perú: Fondo Nacional del Ambiente, 2012.
- [16] A. Noyola, J. Morgan y L. Guereca. *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas*. México D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.
- [17] S. Calvo. *Ecología Industrial*. Madrid, España, 1998.

- [18] M. Seoanez, Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias. Madrid, España: Mundiprensa, 2002.
- [L1] D.S. N° 004-2017-MINAM, Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y disposiciones complementarias.
- [L2] Ley de reglamento de recursos hídricos – Ley 29338. 2010.
- [L3] D.S. N°001-2010-AG, REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HÍDRICOS.
- [19] R. Murther. Distribución en planta, Madrid, España, 2001.
- [20] P. Ashurst. *Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas sin gas*. Zaragoza, España, 1995.
- [21] R. Ramalho. *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona, España, 1996.
- [22] L. Wang, Y. Tse Hung, H. Howard y C. Yapijakis, New York, EE.UU. 2012.
- [23] R. Myers y R. Walpole. Probabilidad y estadística para ingenieros. México DF, México, 1998.
- [L4] Norma Técnica Peruana OS.090, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- [24] A. Hernández. *Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales*. Madrid, España: Departamento de Hidráulica, Energía y Medio Ambiente, 2014.
- [25] J. Cortacans. *Fangos activados: eliminación biológica de nutrientes*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid 2014.
- [26] L. Méndez, V. Miyashiro y R. Rojas. *Tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2012.
- [27] S. López, E. Ramírez, Lina Cardoso, P. Mijaylova y G.Moeller. "Tratamiento de lodos residuales con un proceso aerobio – termofílico", Instituto de Tecnología del Agua, vol. 1, núm. 1, 16 – 32, febrero, 2015.
- [28] S. Armenta, E. Ramírez, L. Cardoso, Petia Mijaylova, G. Moelle, "Tratamiento de lodos residuales municipales con un proceso aerobio", Instituto mexicano de Tecnología del Agua, vol. 1, núm. 1, pp.20-25, Morelos, México, 2013.

VI. ANEXOS

ANEXO N°01. Limpieza Zona cárcamo.



Fuente: Quicornac SAC

ANEXO N°02. Sistema de tratamiento preliminar actual de Quicornac SAC.



ANEXO N°03. Filtro estático en funcionamiento.



Fuente: Quicornac SAC

ANEXO N°04. Rejilla de filtro que retiene sólidos gruesos.



Fuente: Quicornac SAC

ANEXO N°05. Estación de muestreo de Calidad de aire (CA), emisiones (C), CALIDAD DE AGUA RESIDUAL NO DOMÉSTICA (EF-01) y estación meteorológica (PMM).



Fuente: Quicornac SAC

ANEXO 06. Resolución directoral para el uso de agua subterránea.



RESOLUCION DIRECTORAL N° 3696 -2016-ANA-AAA JZ-V

Piura, 03 OCT 2016

VISTO:

El expediente administrativo con CUT 7059-2013, sobre rectificación de error material advertido en la Resolución Directoral N° 356-2013-ANA-AAA JZ-V, de fecha 17 de Julio del 2013; y,

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 201.1) del artículo 201° de la Ley del Procedimiento Administrativo General – Ley N° 27444, establece que los errores materiales o aritméticos en los actos administrativos pueden ser rectificadas con efecto retroactivo, en cualquier momento, de oficio o a instancia de los administrados, siempre que no se altere lo sustancial de su contenido ni el sentido de la decisión;

Que, mediante la Resolución Directoral N° 356-2013-ANA-AAA JZ-V, de fecha 17 de Julio del 2013, esta Autoridad Administrativa otorgó licencia de uso de agua subterránea en vía de regularización con fines industriales a favor de la Empresa QUICORNAC S.A.C., proveniente del pozo a tajo abierto con código IRHS N° 1056, pozo ubicado en el sector La Huaca –Olmos-Lambayeque, políticamente en el distrito de Olmos, provincia y departamento de Lambayeque;

Que, revisada de oficio la Resolución Directoral N° 356-2013-ANA-AAA JZ-V, se advierte que erróneamente se ha consignado la razón social del usuario como QUICORNAC S.A.C. debiendo ser lo correcto QUICORNAC S.A.C., conforme se advierte de la vigencia de poder que se anexa, situación que ha generado un error material, el cual no es esencial ni está dado sobre el fondo de lo establecido, razón por la cual corresponde rectificar el error material de conformidad a lo establecido en el numeral 201. 1) del artículo 201° de la Ley N° 27444;

Que, estando a lo opinado por la Unidad de Asesoría Jurídica, el visto de la Sub Dirección de Administración de Recursos Hídricos y en uso de las facultades conferidas por la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, su Reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 001-2010-AG y el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2010-AG;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1° - Rectificar, de oficio el error material advertido en el artículo 1° y 2° de la parte resolutive de la Resolución Directoral N° 356-2013-ANA-AAA JZ-V, la misma que se modifica, debiendo quedar redactado de la siguiente manera:

DICE:

"ARTÍCULO 1° - Autorizar a la Empresa QUICORNAC S.A.C. en vía de regularización, la construcción de un pozo a tajo abierto identificado con registro IRHS 1056, según las características siguientes"

ARTÍCULO 2° - Otorgar licencia de uso de agua subterránea en vía de regularización con fines industriales a favor de la Empresa QUICORNAC S.A.C., proveniente del pozo a tajo abierto con código IRHS N° 1056, pozo ubicado en el sector La Huaca-Olmos-Lambayeque, políticamente en el distrito de Olmos, provincia y departamento de Lambayeque según el siguiente detalle:

ARTÍCULO 1° - Autorizar a la Empresa QUICORNAC S.A.C. en vía de regularización, la construcción de un pozo a tajo abierto identificado con registro IRHS 1056, según las características siguientes.

ARTÍCULO 2° - Otorgar licencia de uso de agua subterránea en vía de regularización con fines industriales a favor de la Empresa QUICORNAC S.A.C., proveniente del pozo a tajo abierto con código IRHS N° 1056, pozo ubicado en el sector La Huaca-Olmos-Lambayeque, políticamente en el distrito de Olmos, provincia y departamento de Lambayeque según el siguiente detalle:

ARTÍCULO 2° - Mantener, vigente la Resolución Directoral N° 356-2013-ANA-AAA JZ-V, en todo lo que no se oponga a lo dispuesto en la presente resolución.


ARTÍCULO 3° - Notificar, la presente resolución a QUICORNAC S.A.C., Administración Local de Agua Motupe Olmos La Leche, conforme a ley.

Regístrese, comuníquese y archívese



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA Y
RECURSOS HÍDRICOS
ING. MARCOS DAVID CASTILLO AMBELA
DIRECTOR

ANEXO 07. Volumen de agua subterránea consumida en el año 2017.



Olmos, 07 de Febrero del 2018

Ingeniero
Elmer García Samamé
Administración Local de Agua Motupe Olmos La Leche
Motupe

REF: Notificación Circular N° 001-2018-ANA-AAA.JZ/ALA.MOLL


De mis consideraciones:

En atención a la notificación circular detallada en la referencia, mediante la presente procedemos a dar contestación a lo solicitado:

- El volumen de aguas subterráneas real utilizado durante el año 2017, equivale a 170,691

Información que se hace de conocimiento para los fines pertinentes.

Atentamente,


DIRECTOR GENERAL
CORPORATIVO

ANEXOS:

- Cuadro consumo año 2017
- Recibo periodo de consumo 2016

Quicornac S.A.C.
Antigua Carretera Panamericana Norte a 2.8 Km del Centro de Olmos
Climo Lambayeque - Perú
olmos@quicornac.com.pe RUC 0047773674

IRAAA

quicornac.com.pe
mangopuradocentrata.com
partestrucochibambata.com
partestrucochibambata.com

This product has been manufactured under the control, supervision and certification of the IRAAA

ANEXO 08. Pago de retribución económica por uso de agua subterránea 2016.



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

Autoridad Nacional del Agua

NOMBRE DEL USUARIO: **QUICORNAC S.A.C.**

RUC/DNI: 20477793674

DIRECCIÓN: CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM. 2.5 (DIAGONAL A LA PLANTA PROFUSA) OLMOS - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE

COD. USUARIO: U-0012026

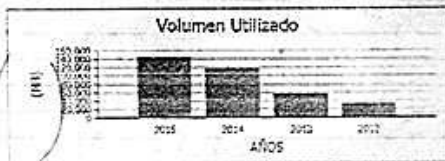
RECIBO N°: 2016S14228

TRANSACCIÓN	3710
CÓDIGO DE INSTITUCIÓN	0077

RETRIBUCIÓN ECONÓMICA POR USO DE AGUA SUBTERRÁNEA

ÁMBITO ADMINISTRATIVO	DATOS DE LA RETRIBUCIÓN ECONÓMICA
AAA: JEQUETEPEQUE - ZARUMILLA ALA: MOTUPE - OLMOS - LA LECHE Cód Inventario: IRHS-1056 Tipo de Pozo: Tajo Abierto Acuífero: OLMOS N° Resolución: 356-2013-ANA-AAA JZ-V	Estado Acuífero: EQUILIBRIO Uso: INDUSTRIAL Valor de Retr. Económica (S/.m3): 0.68143 Volumen (m3): 144,904.00

CONSUMO HISTÓRICO (m3)



QUICORNAC S.A.C.
CONTABILIDAD
T/C: _____
Valor S/..... Jnl. **127**
I.G.V. Período: **01/2017**
Precio

RETRIBUCIÓN ECONÓMICA AÑO	2016	TOTAL A PAGAR S/.	142,213.13
---------------------------	-------------	-------------------	-------------------

RECEPTOR	FORMA DE ENTREGA
NOMBRE: _____ DNI: QUICORNAC S.A.C. FECHA: 05 al 17 FIRMA: HORA: 10:59	<input type="checkbox"/> Se negó a recibir <input type="checkbox"/> Bajo puerta, no se encontró a nadie (Características del Inmueble) SELLO, NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN ENTREGA

RUC: 20520711365 - www.ana.gob.pe

USUARIO

ANEXO 09. Análisis físico químico de aguas residuales – Quicornac SAC.

QUICORNAC S.A.C.
OLMOS - LAMBAYEQUE



7.2 EMISIONES GASEOSAS

Los resultados del muestreo de emisiones gaseosas (solo polutos) en fuentes fijas, para la caldera Cleaver Brooks se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados de emisiones gaseosas en el Caldero N°1⁽¹⁾

PARÁMETRO mg/m ³ N	FECHA	15/05/2018			PROMEDIO	LMP ⁽²⁾
	HORA	16:13	16:15	16:18		
MP ⁽³⁾		81	80	81	81	150
CO		142	150	169	153.67	350
NO _x		560	562	563	561.33	600
SO ₂		823	820	822	821.66	1500

(1) Resultados corregidos a condiciones normales de 0°C y 1 atm además de 3% O₂ de referencia.

(2) NTP 350.301 2009, anexo 6, Pag. 16

(3) Estimado mediante Factores de Emisión EPA EF AP-42, sección 1.5: "Liquid Petroleum Gas Combustion".
Tabla 1.5-1.

Fuente: Informe técnico IT-18-060-QNC

7.3 CALIDAD DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

El cuadro 15 presenta los resultados del muestreo de calidad de agua residual industrial.

Cuadro 15. Resultados de calidad de agua residual industrial en la estación EF-01.

PARÁMETRO	UNIDAD	EF-01 15/05/2018 15:40 h	VMA ⁽¹⁾ CIU 1030 ⁽²⁾
Ensayos en campo			
pH	Unidad de pH	8.09	6 – 9
Temperatura	°C	25	<35
Ensayos Químicos			
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	418	500
Demanda química de oxígeno	mg/L	320	1 000
Aceites y grasas	mg/L	10	100
Sólidos sedimentables	ml/L/h	8.1	8.5

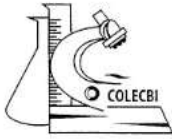
(1) VMA = valores máximos admisibles para aguas residuales no domésticas

(2) CIU 1030 : elaboración y conservación de frutas

Fuente: Informe de Ensayo COLECBI S.A.C. N°20180516-003
Informe de Ensayo VIRCALAB N°001-0518-MI



ANEXO 10. Análisis microbiológico de aguas residuales – Quicornac SAC.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046



Registro N° LE- 046

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20180712-003

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : VIRCALAB.
DIRECCIÓN : Jr. Sebastián Barranca 481 Trujillo.
PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL.
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de plástico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2018-07-12
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2018-07-12
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2018-07-14
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 180712-1

RESULTADOS PROYECTO: OM-18-060A-QNC

Punto de Muestreo	Fecha	Hora
EF-01	2018.05.18	11:20

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

ENSAYOS	MUESTRAS
	EF-01
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	820

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Las mediciones de pH, Temperatura, se hicieron en campo.
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA a excepción de los ensayos donde la metodología si lo incluye.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- No afecta al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Julio 16 del 2018.
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.F. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 04
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO N°11. Ficha técnica de PLC Siemens CPU S7 – 1215C – 6ES7 215 – 1HG31.

SIMATIC S7-1200 Módulos centrales

CPU 1215C

Sinopsis



La CPU compacta de alto rendimiento

Con 24 entradas/salidas integradas

Ampliable con:

- 1 Signal Board (SB) o Communication Board (CB)
- 8 Signal Modules (SM)
- M+x. 3 mÓdulos de comunicaciones (CM)

Datos técnicos

	6ES7 215-1BG31-0XB0 CPU 1215C AC/DC/relé	6ES7 215-1AG31-0XB0 CPU 1215C DC/DC/DC	6ES7 215-1HG31-0XB0 CPU 1215C DC/DC/relé
Información general			
Ingeniería con Paquete de programación	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior
Tensión de alimentación			
24 V DC		SA	SA
120 V AC	SA		
230 V AC	SA		
Pérdidas			
Pérdidas, tAp.	12 W	12 W	12 W
Memoria			
Memoria de trabajo integrada	100 kbyte	100 kbyte	100 kbyte
Memoria de carga integrada	4 Mbyte	4 Mbyte	4 Mbyte
Respaldo sin pila	SA	SA	SA
Tiempos de ejecución de la CPU para operaciones de bits, tAp.			
para operaciones de bits, tAp.	0,085 μ s/Instrucción	0,085 μ s/Instrucción	0,085 μ s/Instrucción
para operaciones de palabras, tAp.	1,7 μ s/Instrucción	1,7 μ s/Instrucción	1,7 μ s/Instrucción
para aritmética en coma flotante, tAp.	2,5 μ s/Instrucción	2,5 μ s/Instrucción	2,5 μ s/Instrucción
Áreas de datos y su retención			
Marcas			
Cantidad, m+x.	8 kbyte; Tamaño del +rea de marcas	8 kbyte; Tamaño del +rea de marcas	8 kbyte; Tamaño del +rea de marcas
Área de direcciones			
Imagen del proceso			
Entradas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
Salidas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
Hora			
Reloj			
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	SA	SA	SA

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 215-1BG31-0XB0 CPU 1215C AC/DC/relé	6ES7 215-1AG31-0XB0 CPU 1215C DC/DC/DC	6ES7 215-1HG31-0XB0 CPU 1215C DC/DC/relé
Entradas digitales			
Cantidad/entradas binarias	14; integrada	14; integrada	14; integrada
De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)	6; HSC (High Speed Counting)
Salidas digitales			
Número/salidas binarias	10; Relé	10	10; Relé
De ellas, salidas r-pidas		4; Salida de tren de impulsos 100 kHz	
Entradas analógicas			
Canales integrados (AI)	2; 0 a 10 V	2; 0 a 10 V	2; 0 a 10 V
Rangos de entrada			
Tensión	SA	SA	SA
Salidas analógicas			
Canales integrados (AO)	2; 0 a 20mA	2; 0 a 20mA	2; 0 a 20mA
1. Interfaz			
Tipo de interfaz	PROFINET	PROFINET	PROFINET
Norma física	Ethernet	Ethernet	Ethernet
Funcionalidad			
PROFINET IO-Controller	SA	SA	SA
Funciones de comunicación			
Comunicación S7			
Soporta servidor IPAR	SA	SA	SA
Comunicación IE abierta			
TCP/IP	SA	SA	SA
ISO-on-TCP (RFC1006)	SA	SA	SA
UDP	SA	SA	SA
servidores web			
Soporta servidor IPAR	SA	SA	SA
Funciones integradas			
Nº de contadores	6	6	6
Frecuencia de conteo (contadores), m ⁺ s.	100 kHz	100 kHz	100 kHz
Frecuencia metro	SA	SA	SA
Posicionamiento en luz abierto	SA	SA	SA
Regulador PID	SA	SA	SA
Nº de entradas de alarma	4	4	4
Nº de salidas de impulsos	4	4	4
Condiciones ambientales			
Temperatura de empleo			
mAn.	-20 °C	-20 °C	-20 °C
m+x.	60 °C	60 °C	60 °C
Configuración			
programación			
Lenguaje de programación			
- KOP	SA	SA	SA
- FUP	SA	SA	SA
- SCL	SA	SA	SA
Dimensiones			
Anchura	130 mm	130 mm	130 mm
Altura	100 mm	100 mm	100 mm
Profundidad	75 mm	75 mm	75 mm
Peso			
Peso, aprox.	560 g	520 g	565 g

Serie iMAG 4700

MEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO BRIDADO



EL MEDIDOR CORRECTO PARA USO EN

Plantas de Tratamiento de Agua y aguas residuales Municipal
Bombas portátiles
Estaciones de Bombeo
Plantas de Envasado
Sistemas de filtración
Agua reciclada
Fracking hidráulico

Características

- Fácil instalación
- Mínima tubería recta
- Display montado o remoto con Lectura de Caudal Instantáneo y Totalizado
- Sello a prueba de vibraciones
- NSF-61 aprobado
- Clasificación IP68

La serie de iMAG-4700 es el medidor electromagnético bridado más económico en el mercado. Aguas residuales y aguas grises de reuso, estaciones de bombeo y en aplicaciones de plantas de envasado. (Para la versión en 3", ver iMAG 4600-300.)

Los mínimos requerimientos de tubería recta permiten el uso de los medidores iMAG en configuraciones en las que exista poco espacio entre el medidor y un codo.

Los medidores iMAG-Series son clasificados IP68 para enterramiento o para aplicaciones donde el medidor puede estar bajo el agua durante períodos prolongados de tiempo.

La pantalla de lectura puede estar montada en el medidor o en forma remota, y tanto la lectura del Caudal Instantáneo y del Caudal total son estándar. Unidades de Caudal Instantáneo y totalizado, y los pulsos (Unidades/1 Pulso) pueden ser programados por el teclado táctil en la pantalla por el usuario. El flujo bidireccional es estándar, con indicador del flujo hacia adelante, reverso y neto.

Un cable de entrada de energía externa y salidas de datos para usar con los productos de Seametrics y otras marcas de lectura y control para lectura remota y aplicaciones en telemetría. Salida de pulsos es estándar en todos los modelos y 4-20mA bucle pasivo de corriente es estándar en el modelo iMAG 4700p. Adicionalmente, el 4-20mA loop, Protocolo HART, digital de alta velocidad y protocolo Modbus® son opcionales en las unidades que son alimentadas con energía externa, dependiendo del modelo.

Contactar su proveedor

Características

Indicador de tasa y total con botones de control basado en sensores de luz.

Puerto de acceso del cable de energía/salida

Terminal de equalización

Revestimiento del Santoprene/
 polipropileno



Cuerda de seguridad y cubierta de placa frontal protectora



iMAG 4700

Tapa de acceso del usuario

Puerto del datalogger (registro de datos) (al lado derecho, no mostrado)

Carcasa del electrónico de aluminio fundido recubierto en polvo

Electrodos de 316SS (adentro)

tubo de flujo, de acero soldado recubierto en epoxi

Bridas de 150 lb., Patrón de ANSI

Características

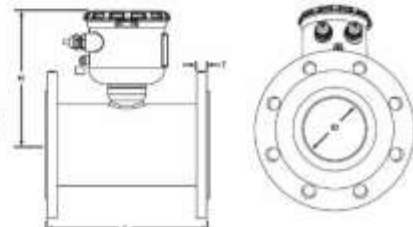


- Datalogger/Registro de datos integrado (opcional)
- Lectura de flujo bidireccional (estándar)
- Salida de pulsos de salida escalado (estándar)
- Salida 4-20mA (opcional *)
- Salida de protocolo HART (opcional *)
- Salida de protocolo MODBUS® (opcional *)
- Salida digital de alta velocidad (opcional *)
- Energía de la batería (sólo el model iMAG 4700)
- Energía externa DC (opcional *)
- Fuente de energía externa AC (opcional *)
- Pantalla remota (iMAG4700r)

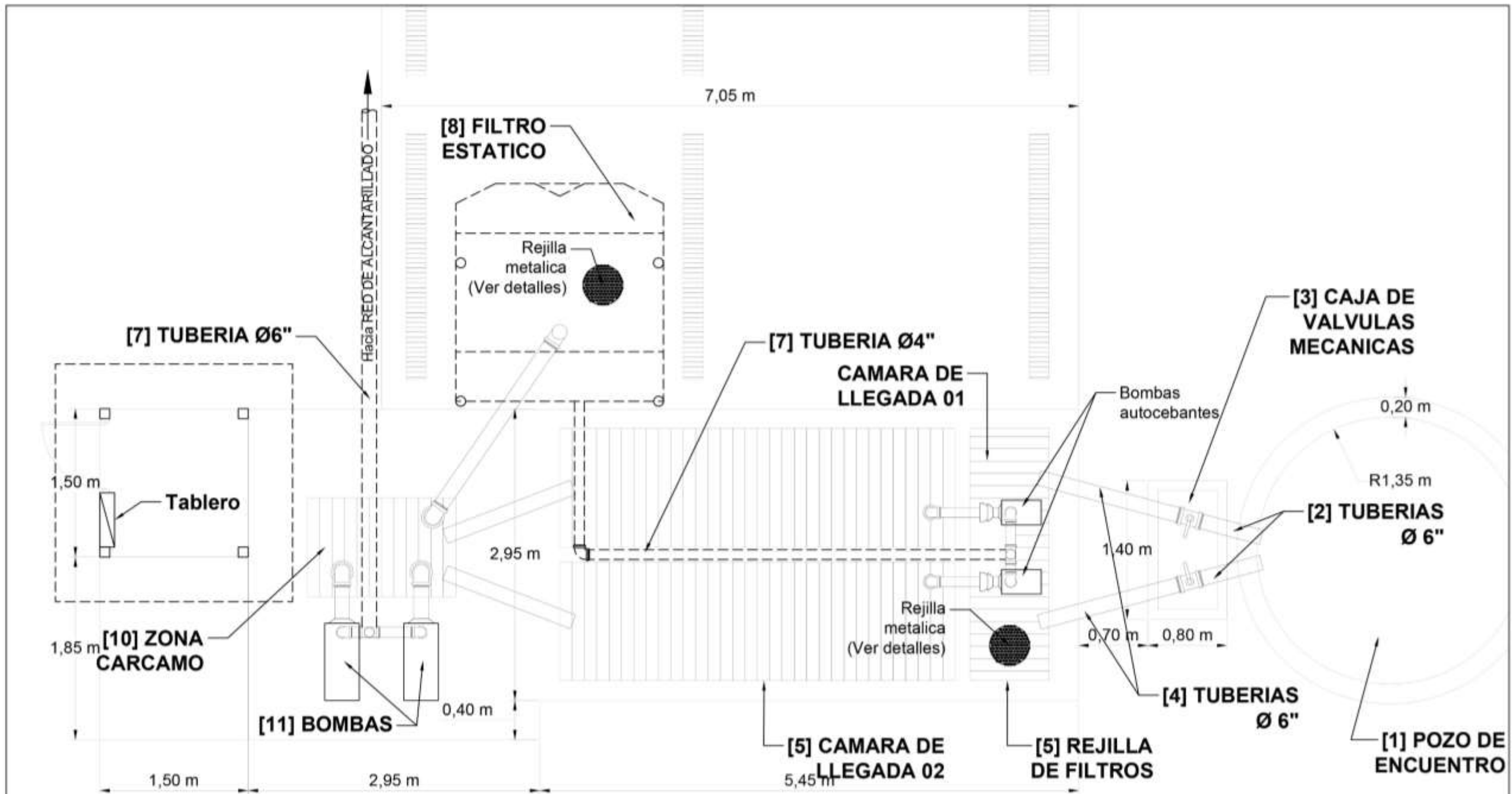


Requisitos mínimos de la tubería recta para facilitar su instalación en espacios reducidos.

Dimensiones - iMAG 4700




ANEXO N°13. Situación actual.

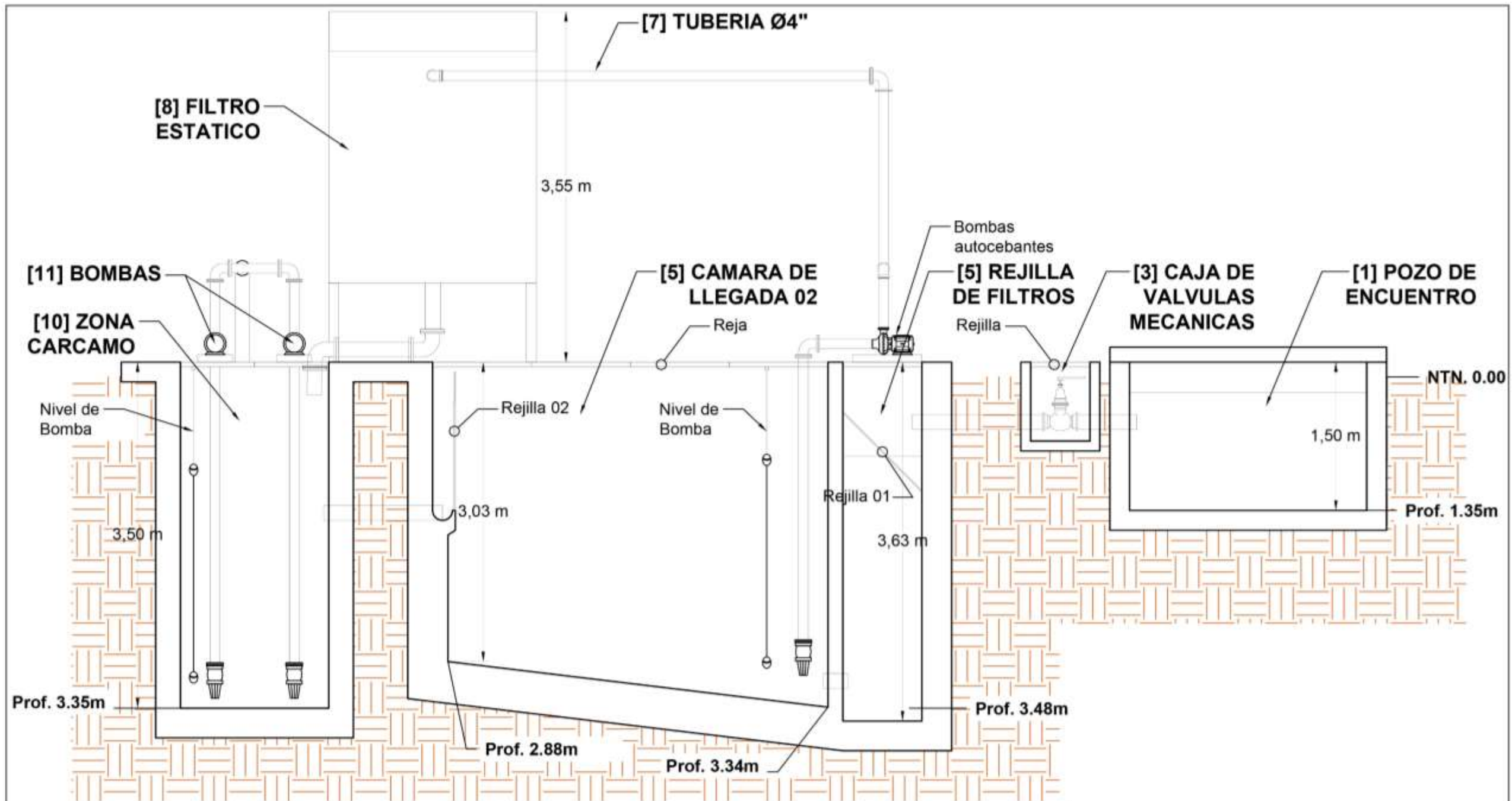


PLANTA-SITUACION ACTUAL

ESC 1/40

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TÍTULO: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: SITUACION ACTUAL	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	LÁMINA: L-1.1
	FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: 1/40

ANEXO N°14. Elevación – Situación Actual



ELEVACION-SITUACION ACTUAL

ESC 1/40



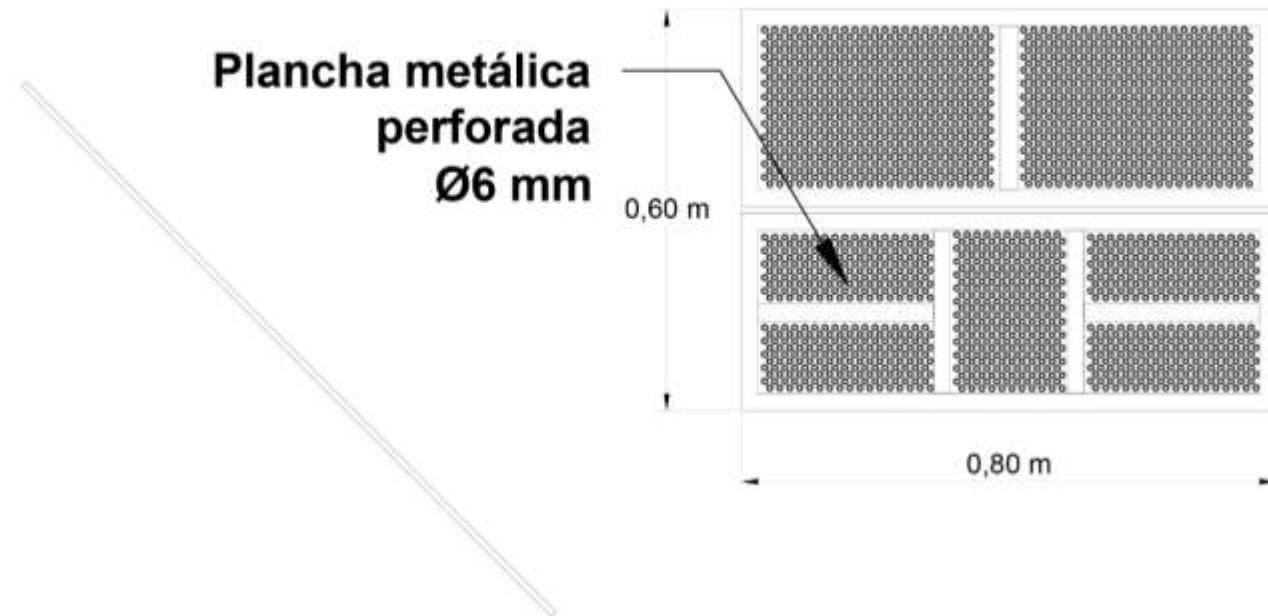
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

TEMA:	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.		
PLANO:	SITUACION ACTUAL		
ASESOR:	Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas		
AUTOR:	Percy Edilberto Miñope Capuñay	LÁMINA:	
FECHA:	JUNIO 2019	ESCALA:	
		1/40	L-1.2

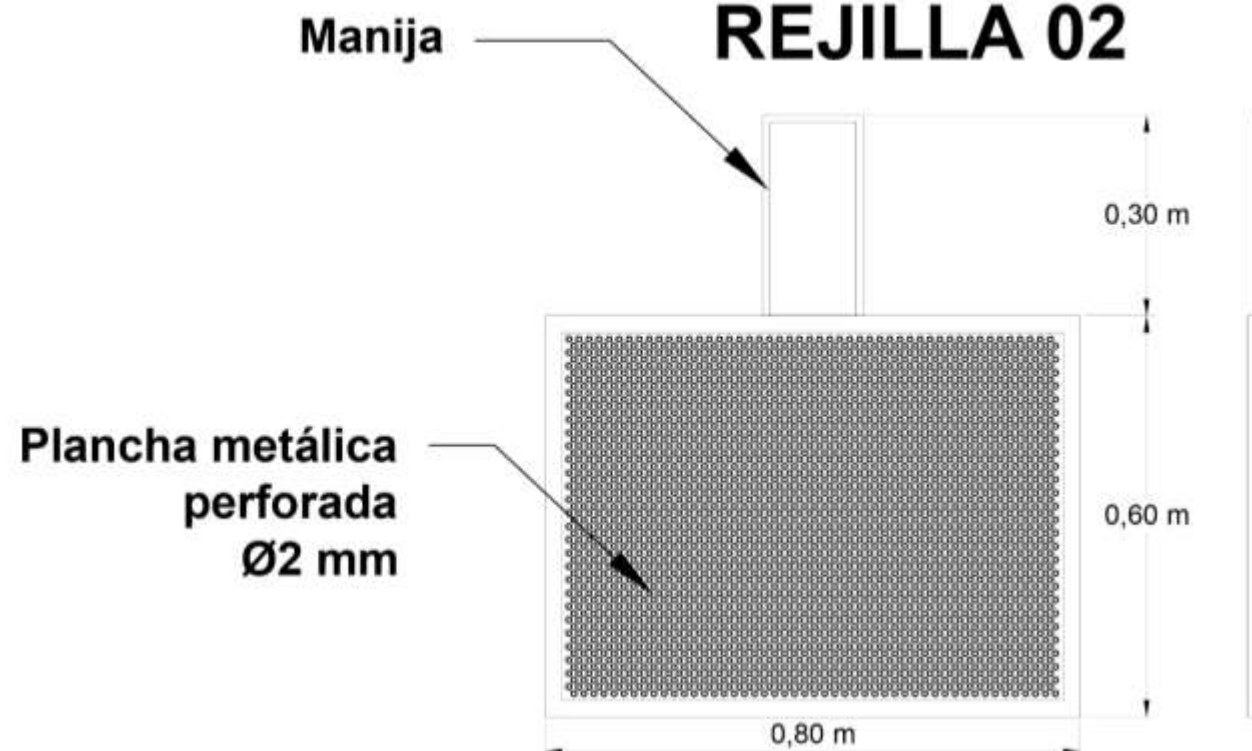
DETALLES

ESC 1/10

REJILLA 01

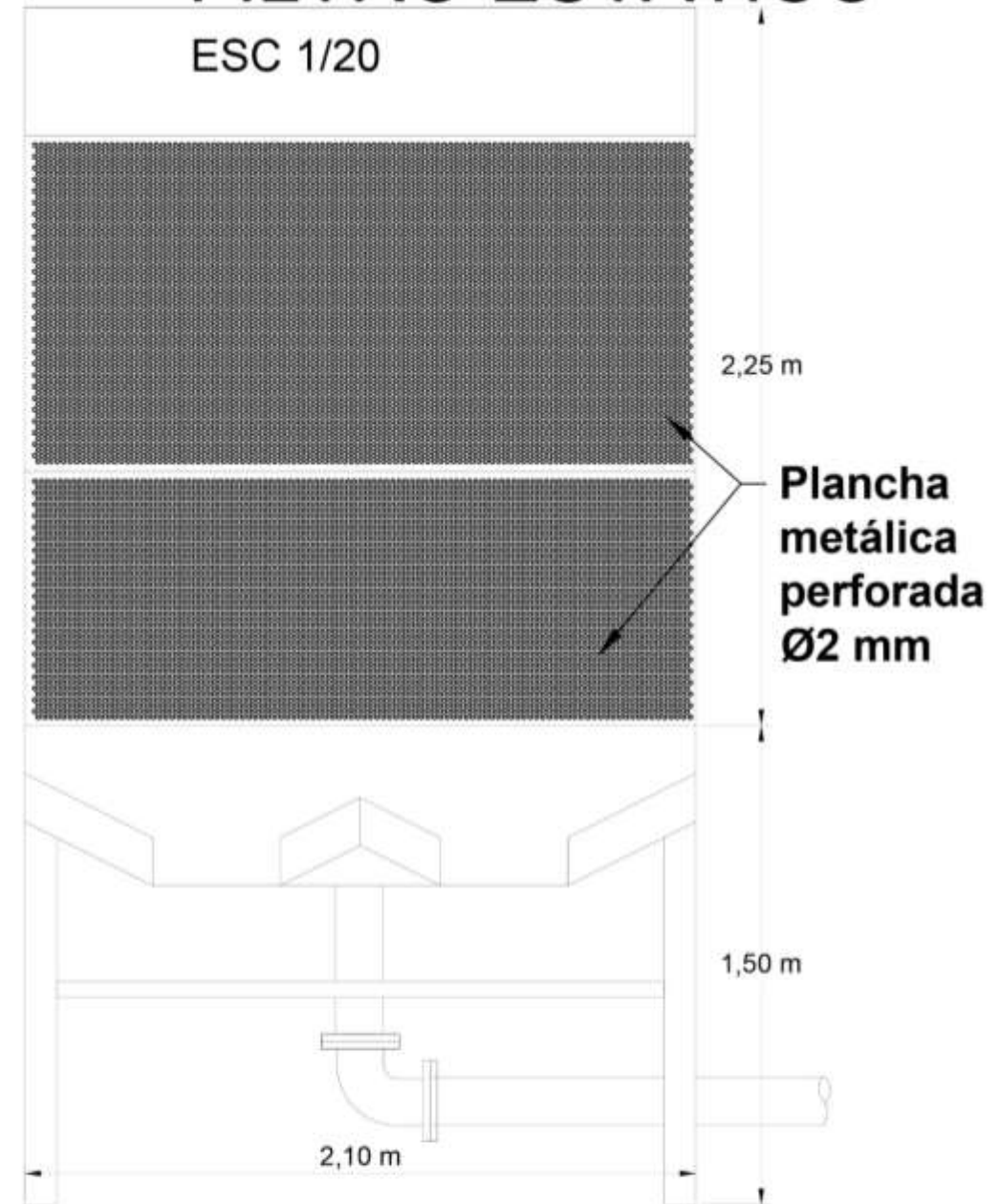



REJILLA 02



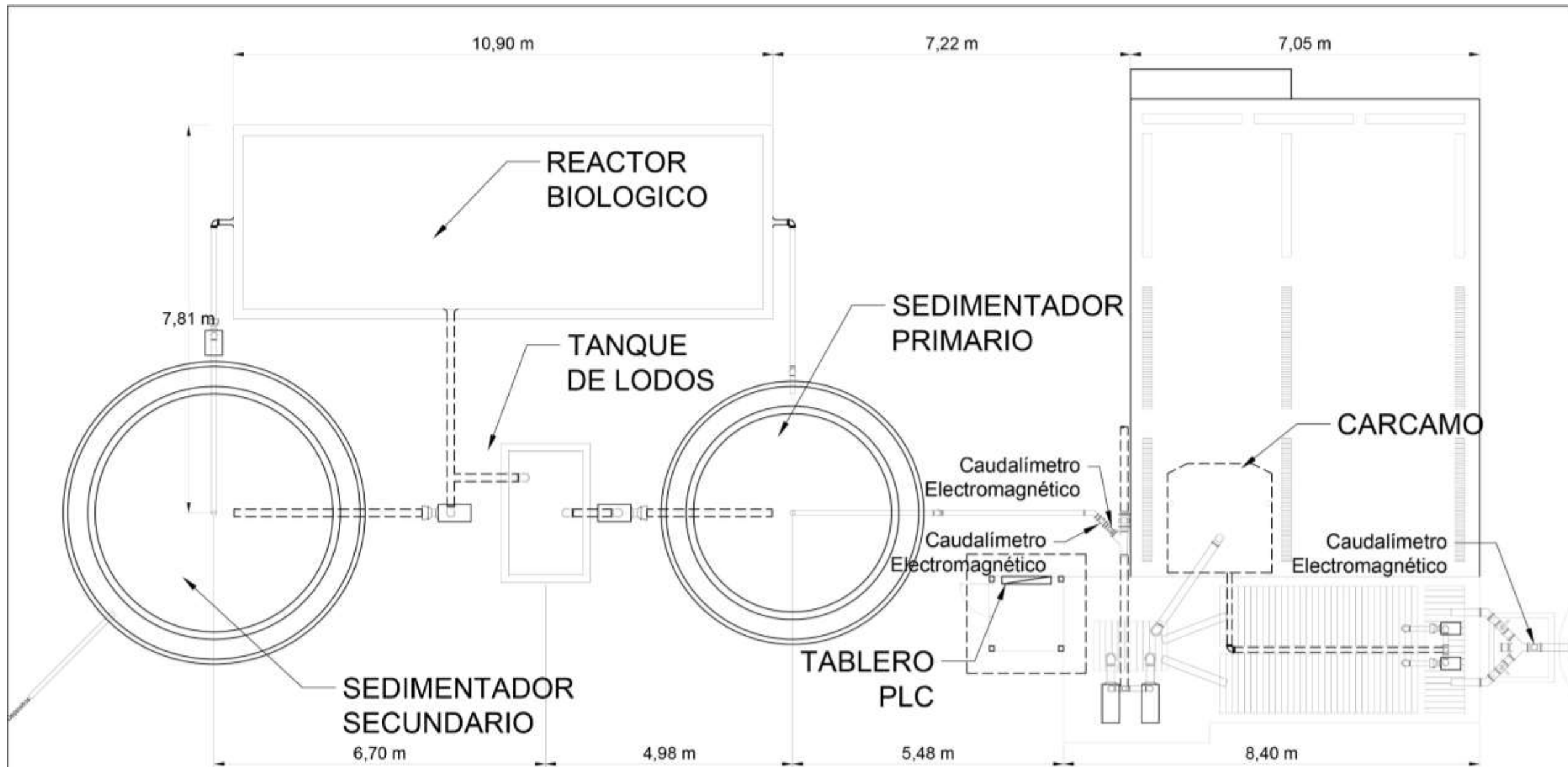
FILTRO ESTÁTICO

ESC 1/20



 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	<p>TEMA: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.</p>	
	<p>PLANO: SITUACION ACTUAL</p>	
	<p>ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas</p>	
	<p>AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay</p>	
<p>FECHA: JUNIO 2019</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>LÁMINA: L-1.3</p>


ANEXO N°16. Planta propuesta.



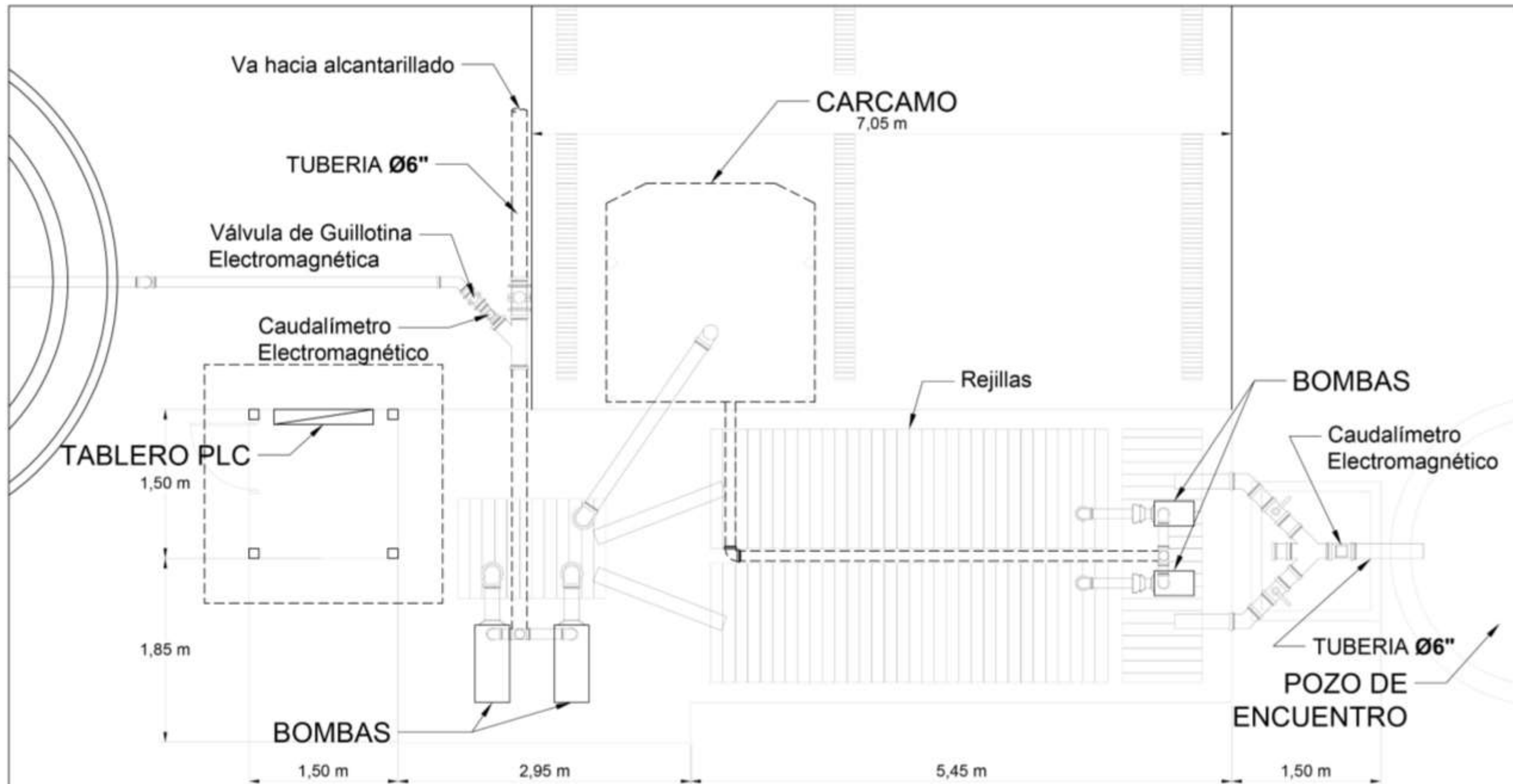
PLANTA-PROPUESTA

Escala Gráfica



 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial	TESIS: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: PLANTA PROPUESTA	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	
	FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: GRÁFICA

ANEXO N°17. Detalles N°01 – Planta propuesta.

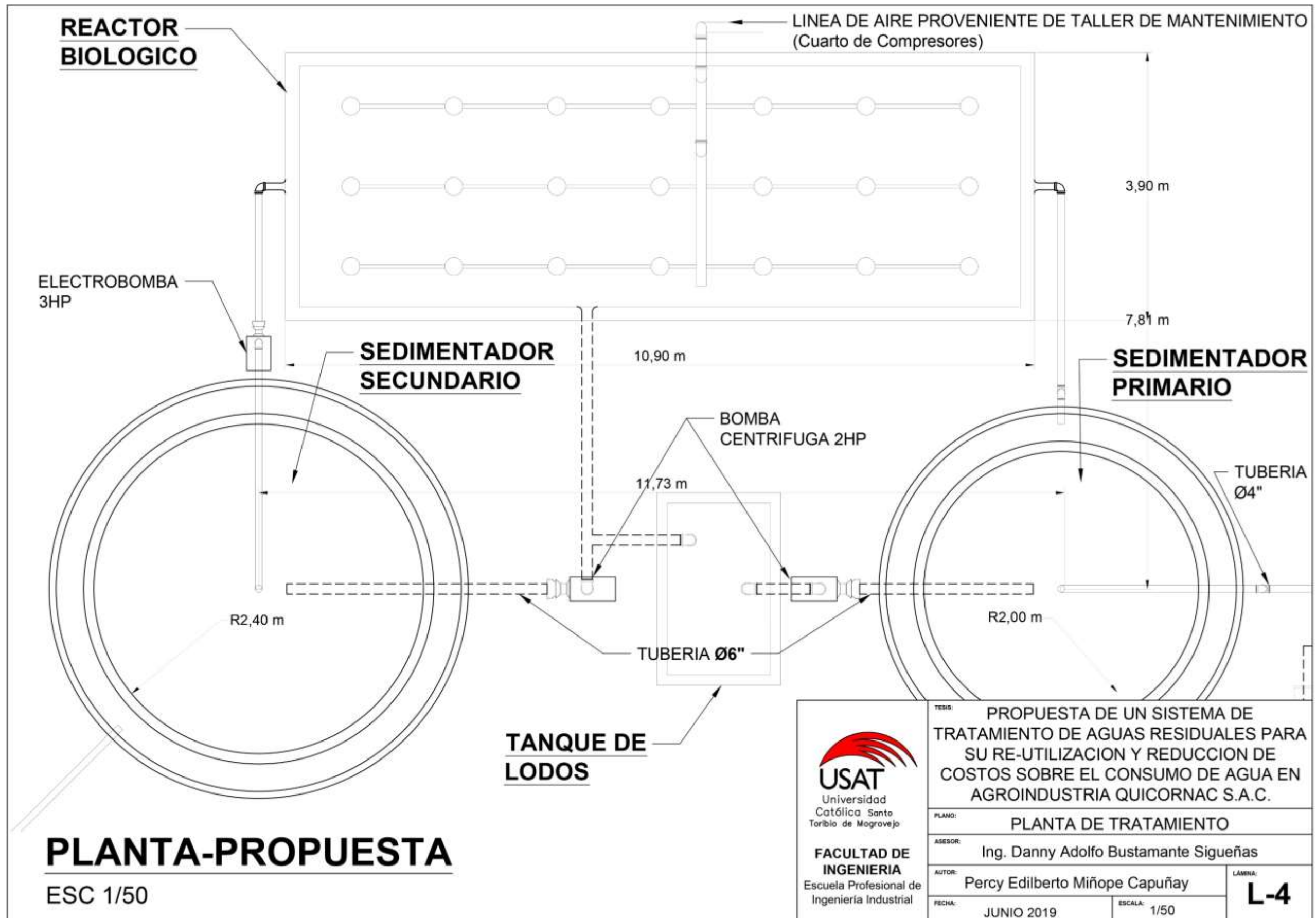


PLANTA-PROPUESTA

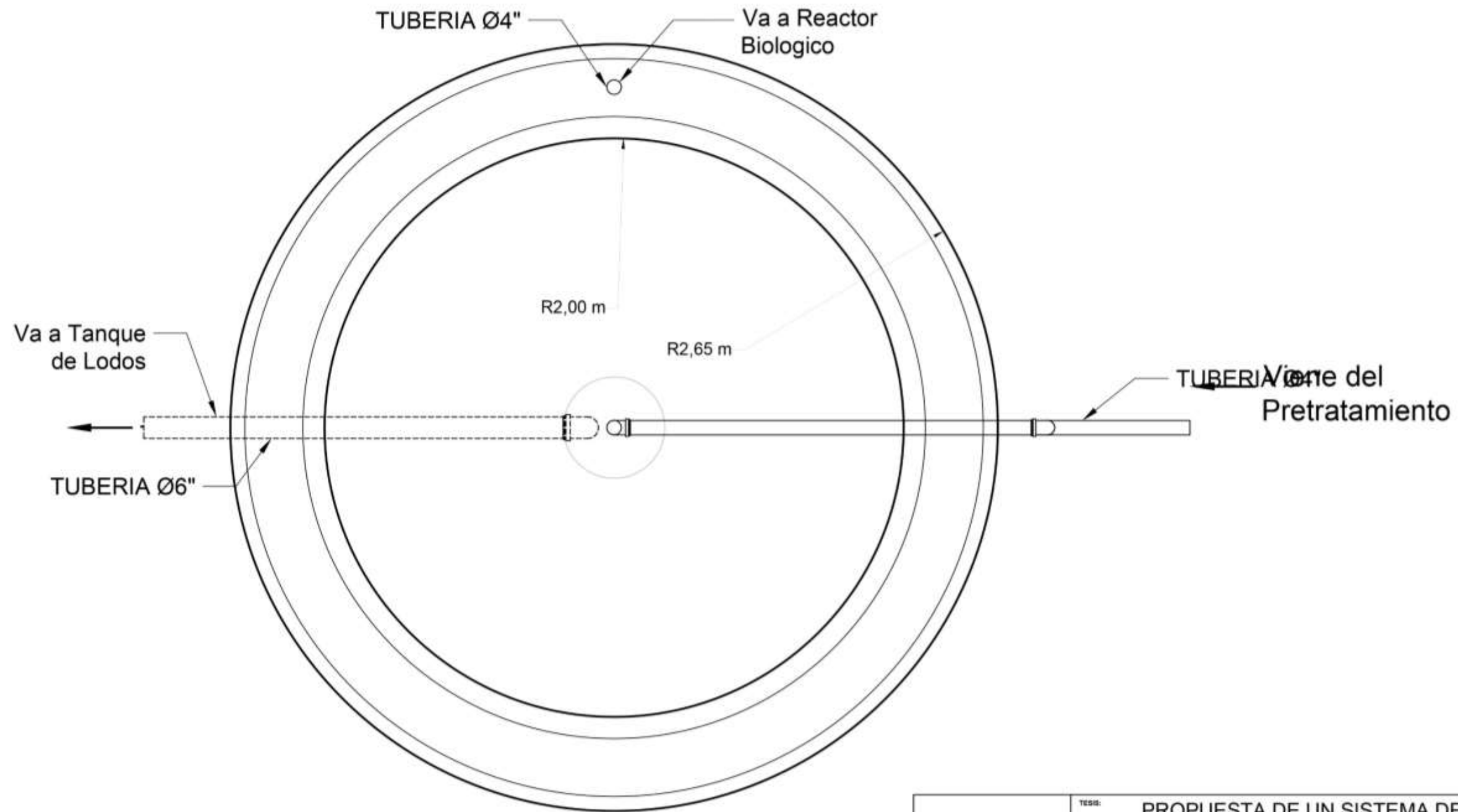
ESC 1/40

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TÍTULO: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: MODIFICACIONES A SITUACION ACTUAL	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	
FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: 1/40	LÁMINA: L-3

ANEXO N°18. Detalles N°02 – Planta propuesta.




ANEXO N°19. Detalles Sedimentador Primario.

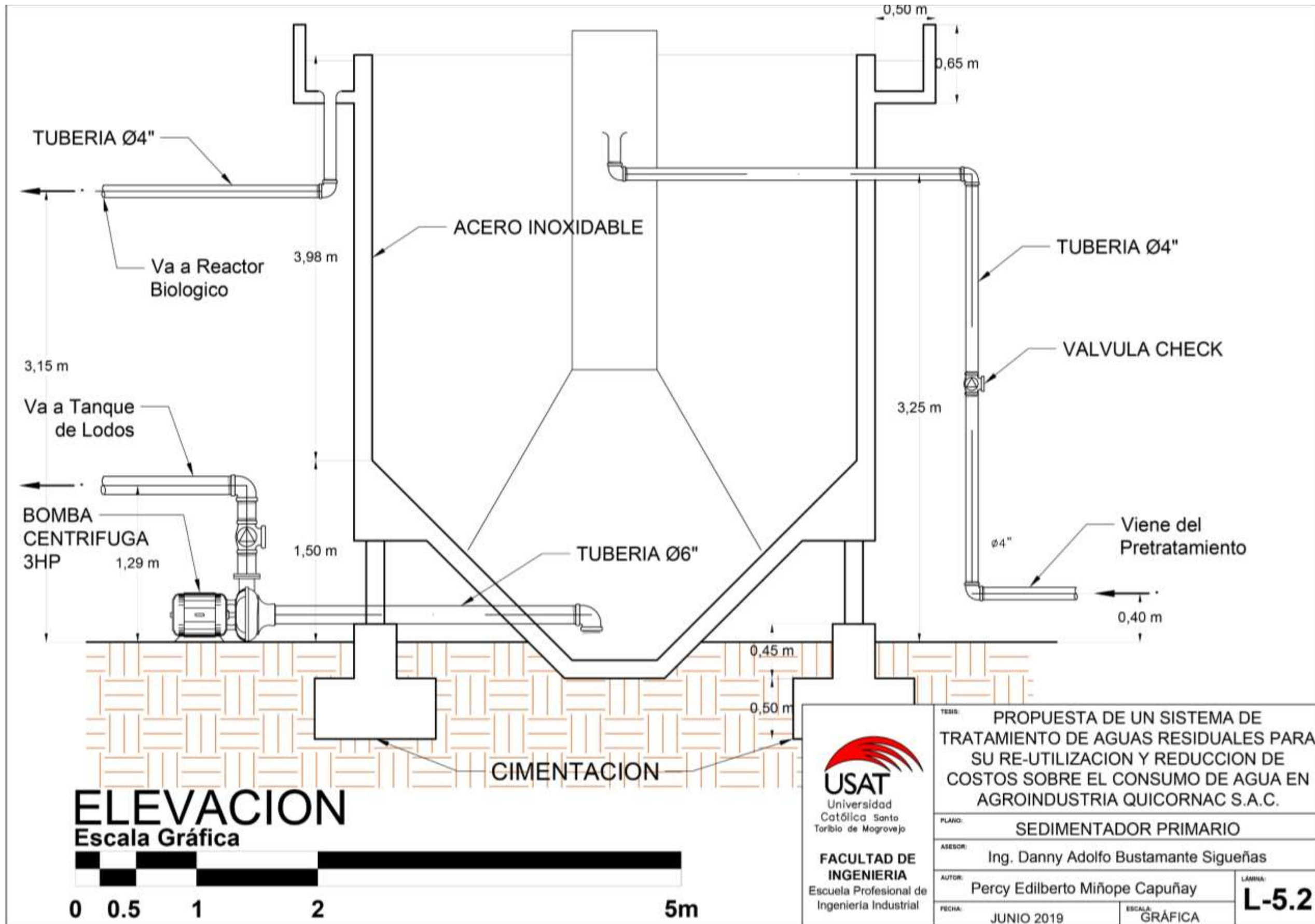


PLANTA
Escala Gráfica

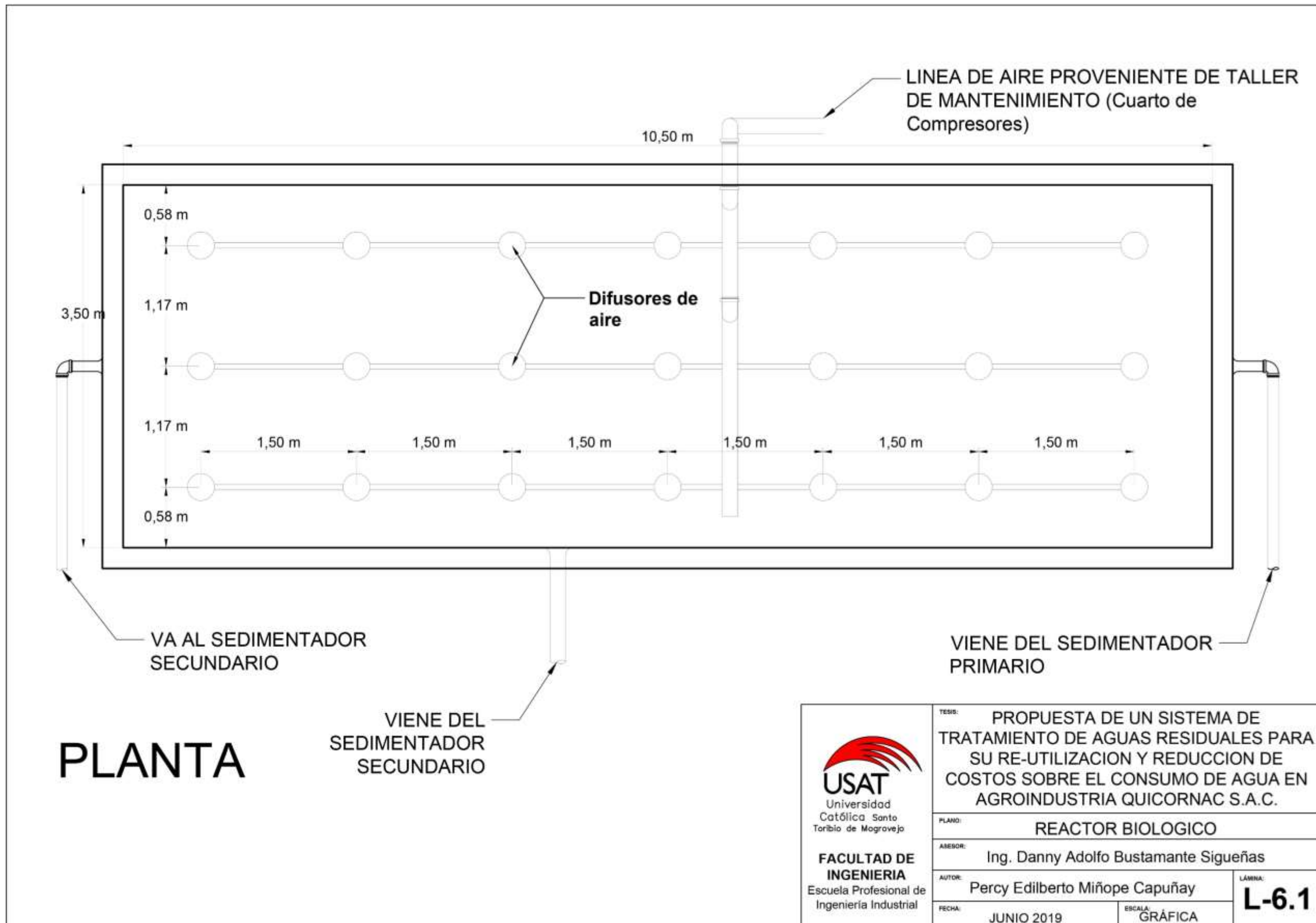


 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial	TESIS: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: SEDIMENTADOR PRIMARIO	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	LÁMINA: L-5.1
FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: GRÁFICA	

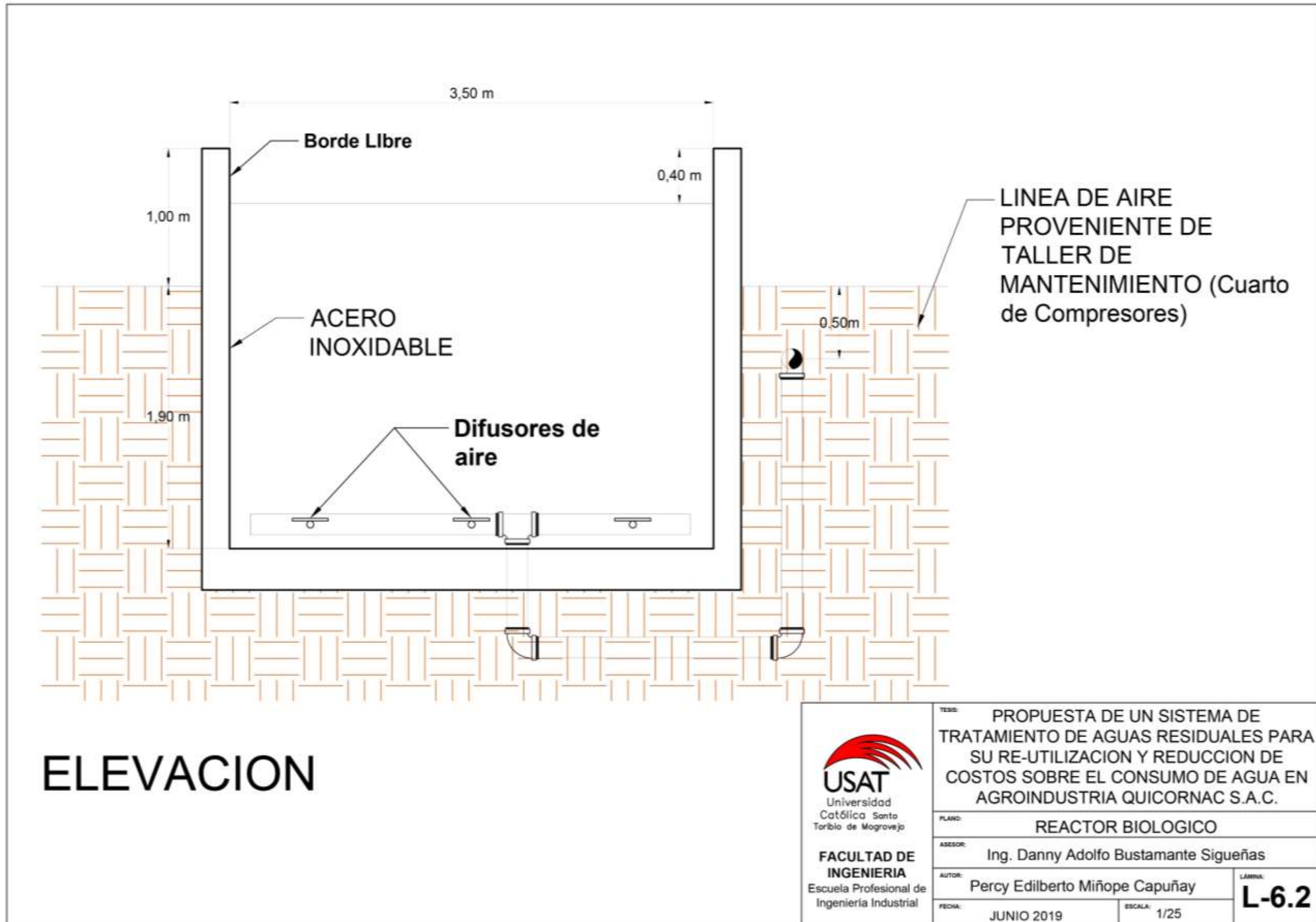
ANEXO N°20. Sedimentador Primario.



ANEXO N°21. Reactor biológico.

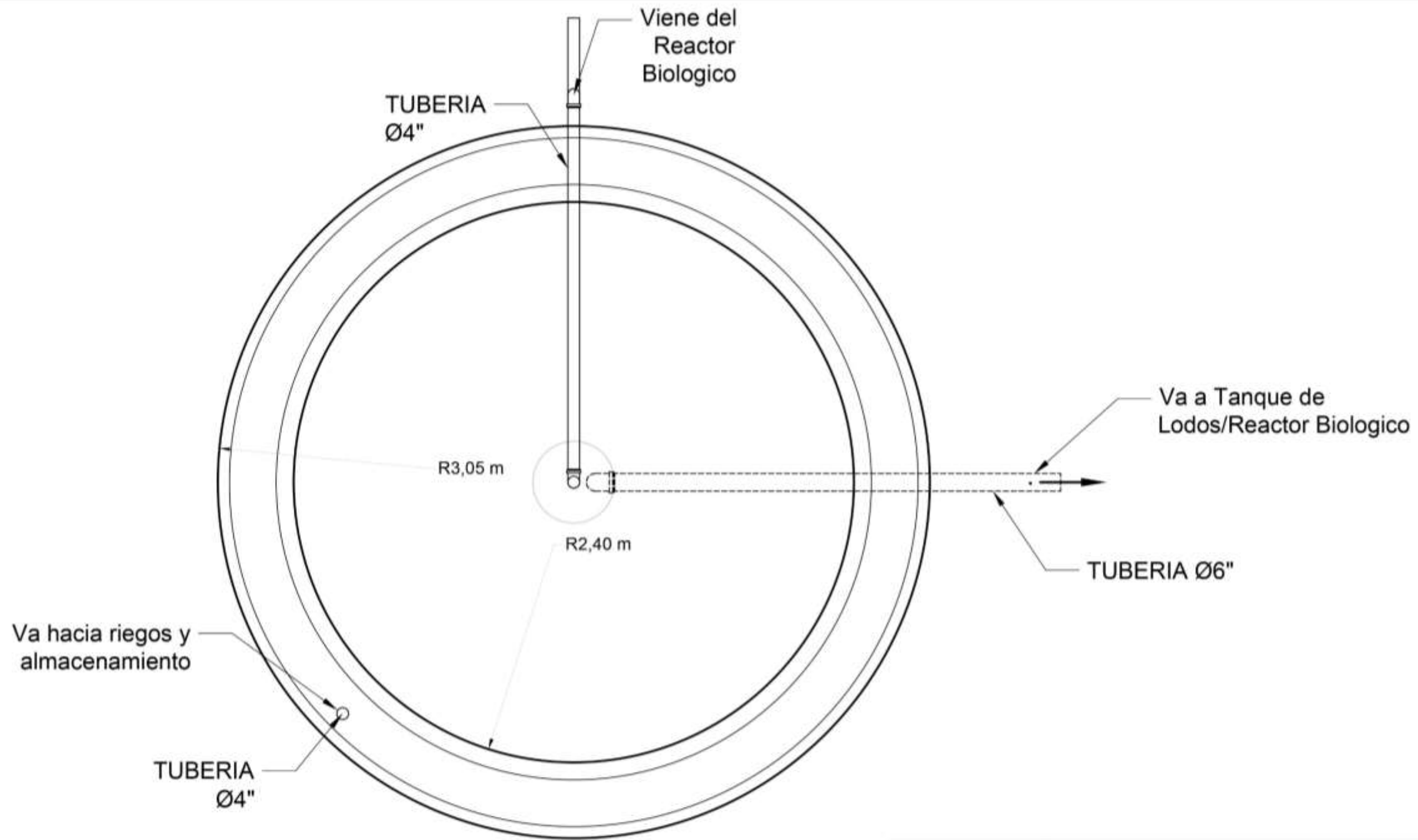


ANEXO N°22. Detalles Reactor biológico.




 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TESIS: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: REACTOR BIOLÓGICO	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	
	FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: 1/25

ANEXO N°23. Sedimentador Secundario.

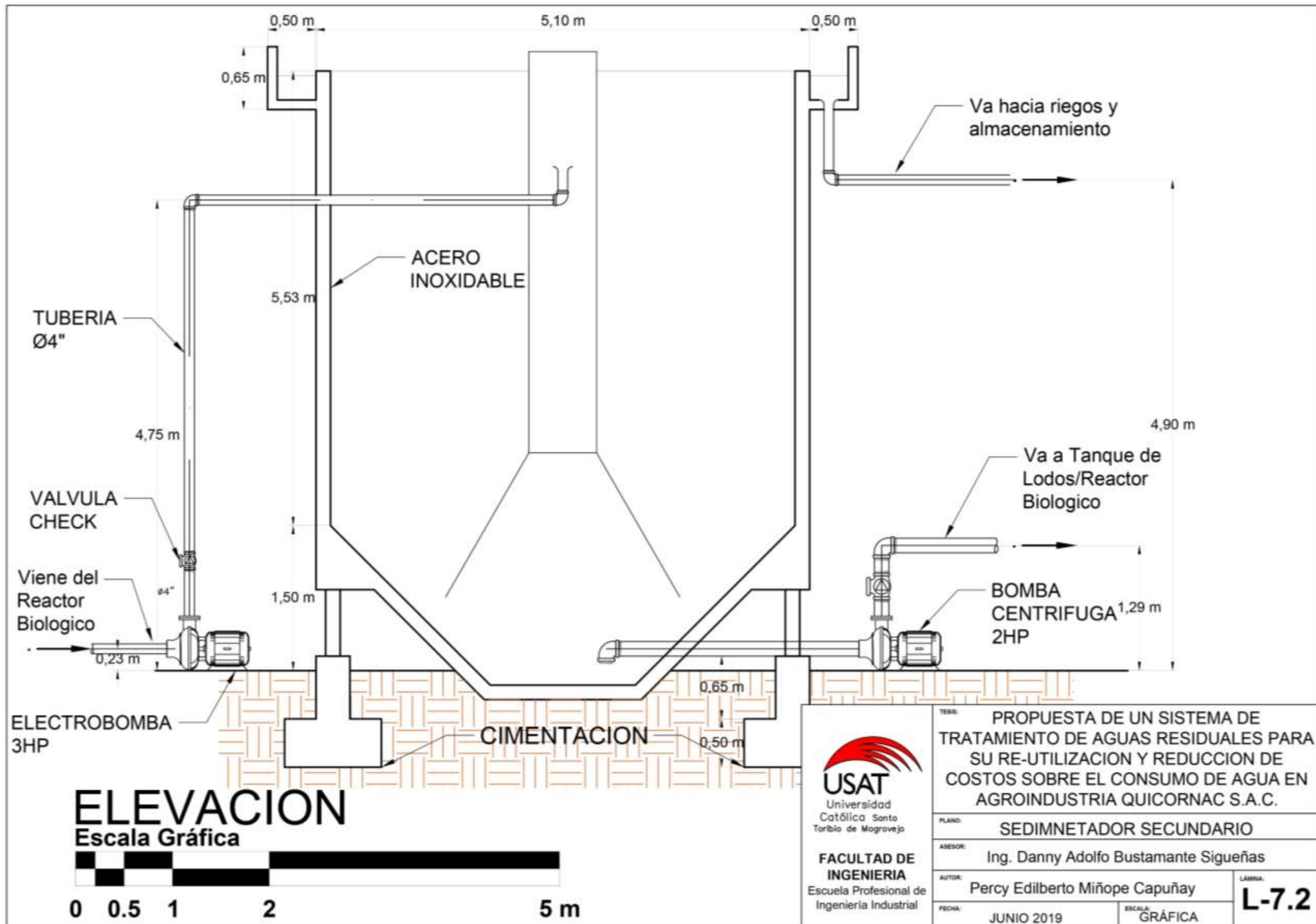


PLANTA
Escala Gráfica

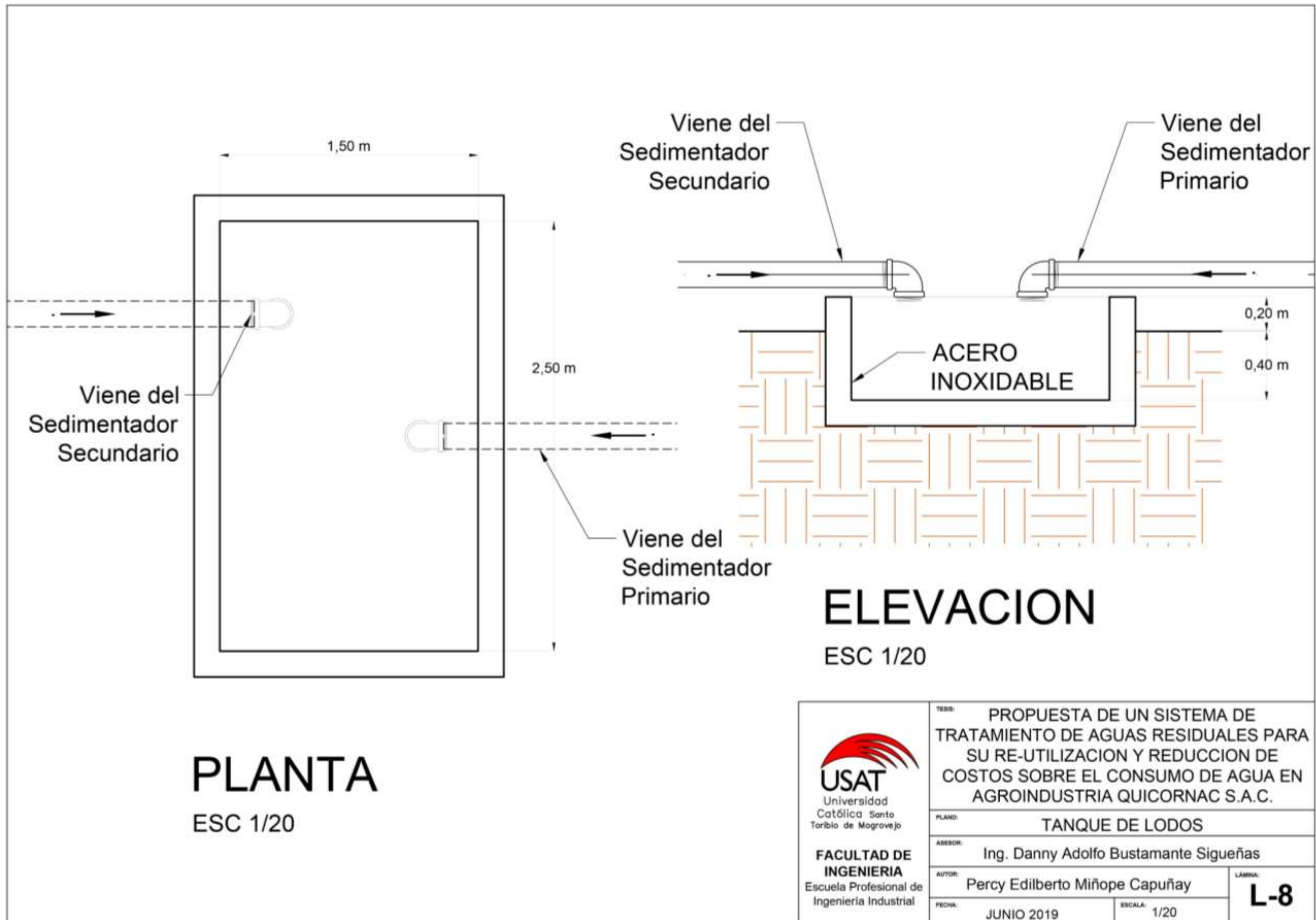



 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TESIS: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: SEDIMENTADOR SECUNDARIO	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	
	FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: GRÁFICA

ANEXO N°24. Detalles Sedimentador Secundario.

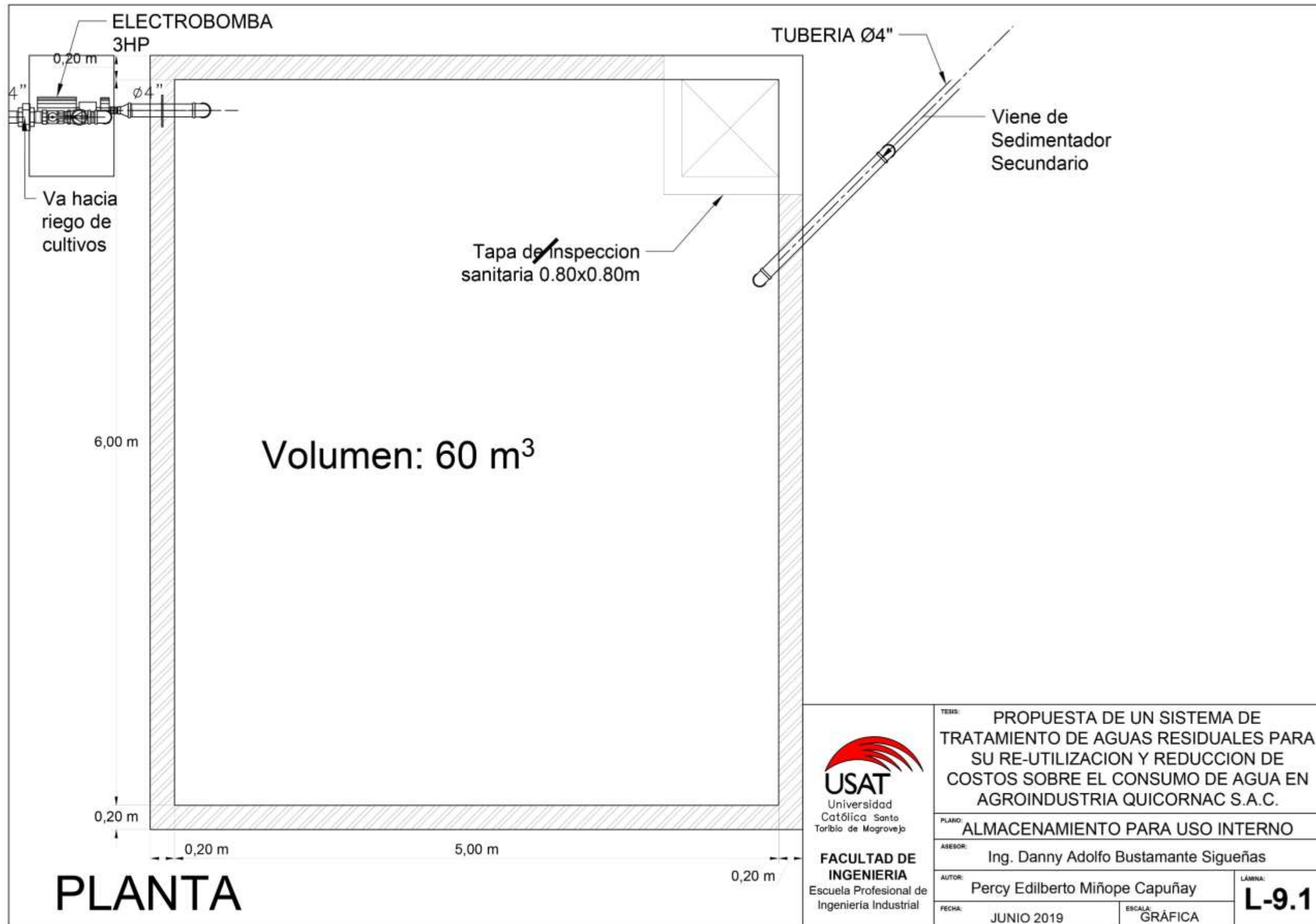


ANEXO N°25. Tanque de Lodos.

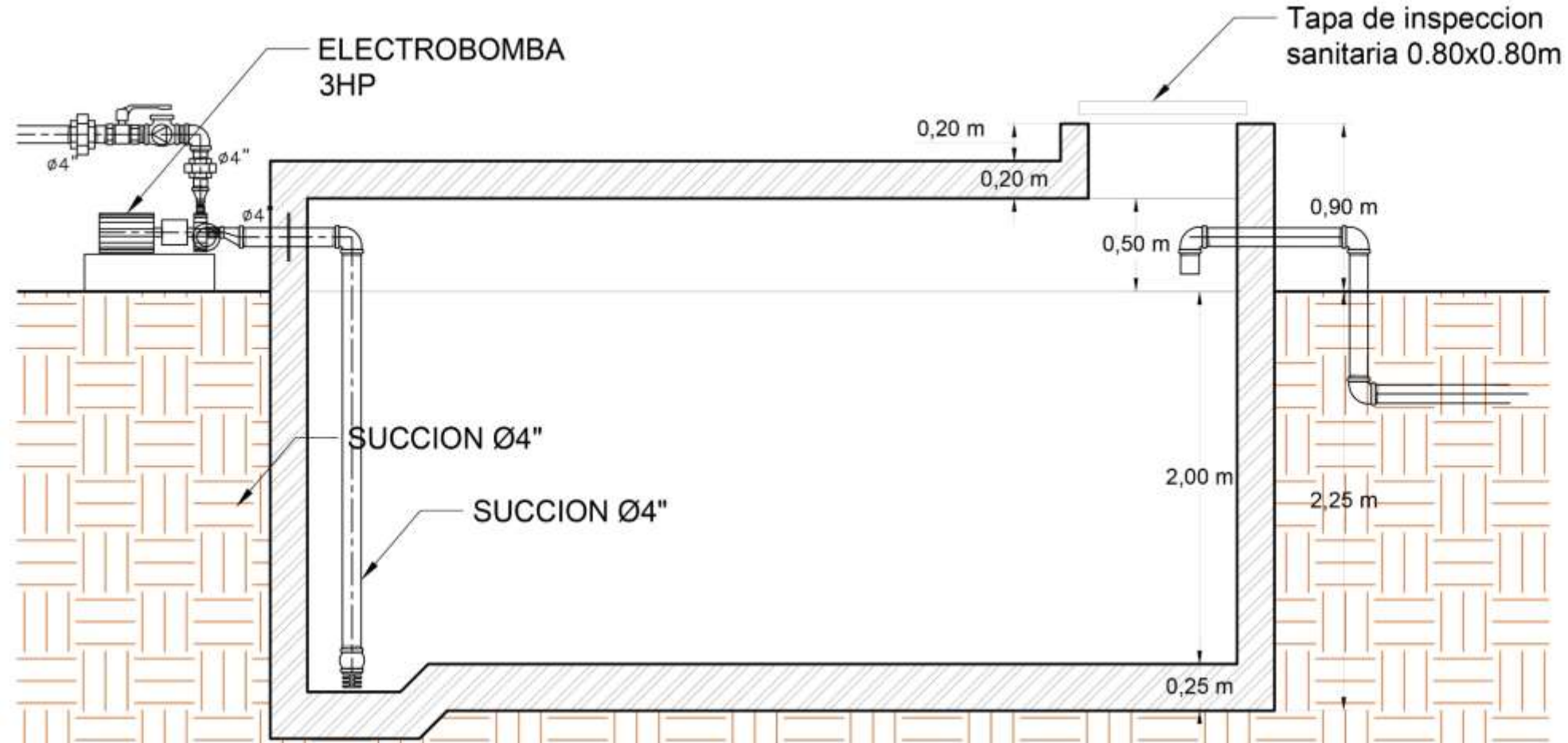


 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TESIS: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.		
	PLANO: TANQUE DE LODOS		
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas		
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay		LÁMINA: L-8
	FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: 1/20	

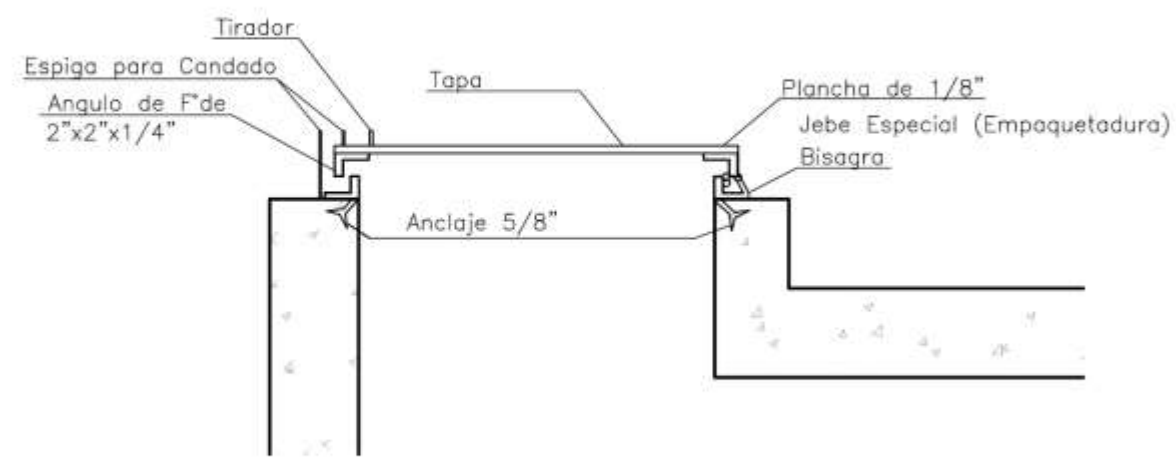
ANEXO N°26. Cisterna de 60 m³.



ANEXO N°27. Detalles Cisterna de 60 m³.



CORTE

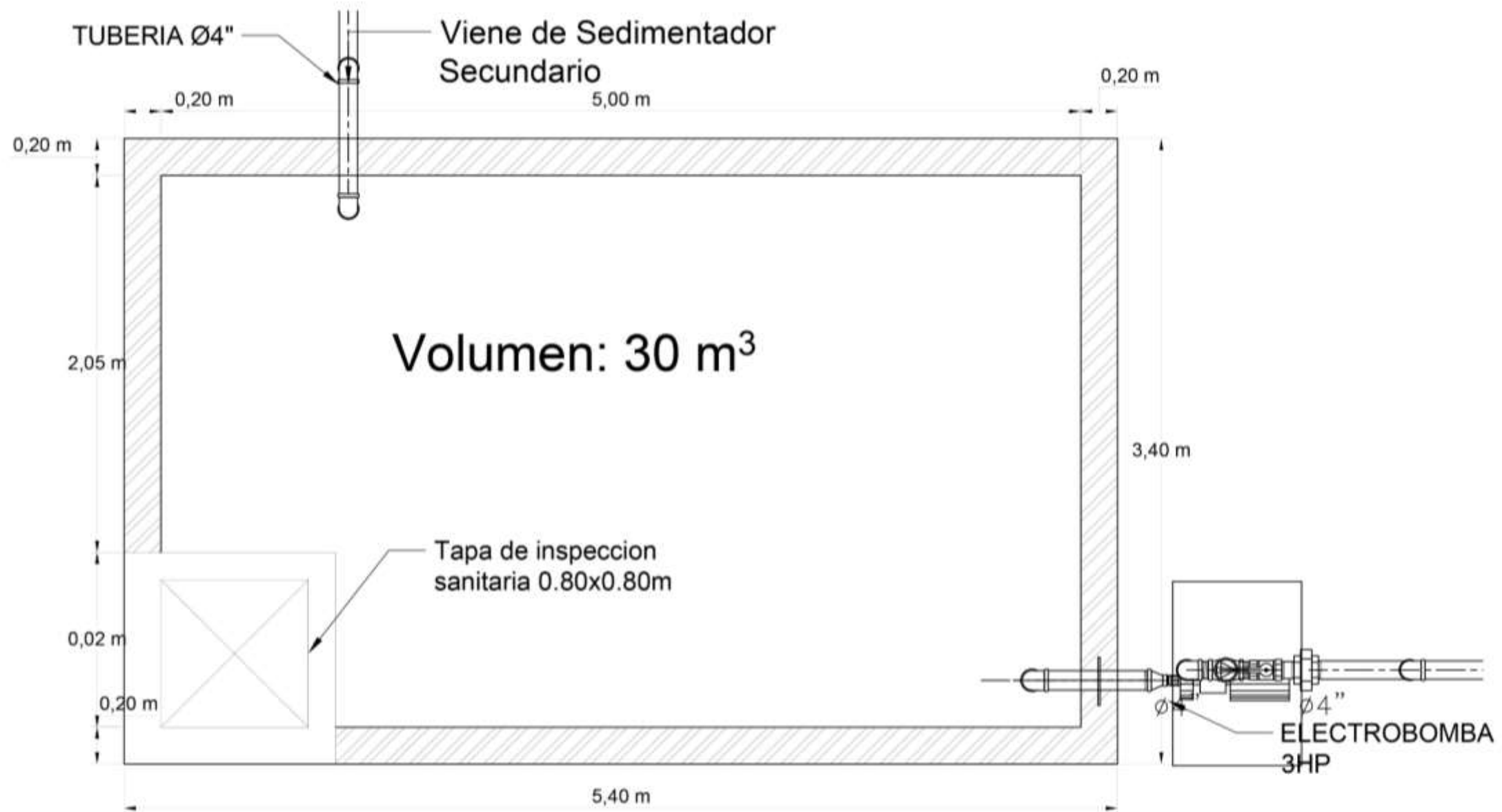


DETALLES TAPA


ESC 1/15

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TESIS: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: ALMACENAMIENTO PARA USO INTERNO	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	LÁMINA: L-9.2
FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: GRÁFICA	

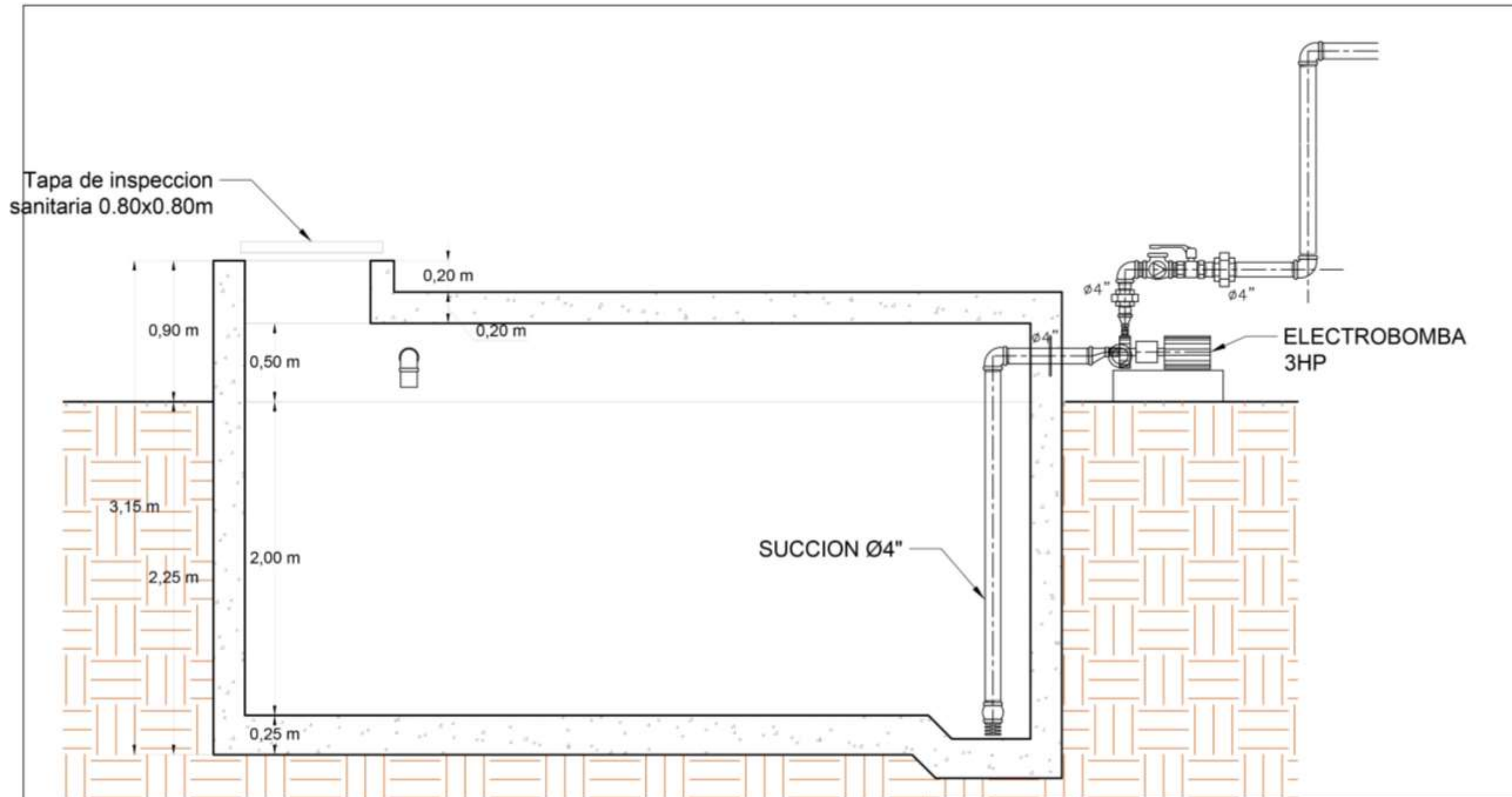
ANEXO N°28. Cisterna de 30 m³.



PLANTA

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TESIS: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.		
	PLANO: ALMACENAMIENTO PARA USO PUBLICO		
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas		
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay		LÁMINA:
	FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: 1/25	L-10.1

ANEXO N°29. Detalles Cisterna de 30 m³.



CORTE



FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

TEMA: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.

PLANO: ALMACENAMIENTO PARA USO PUBLICO

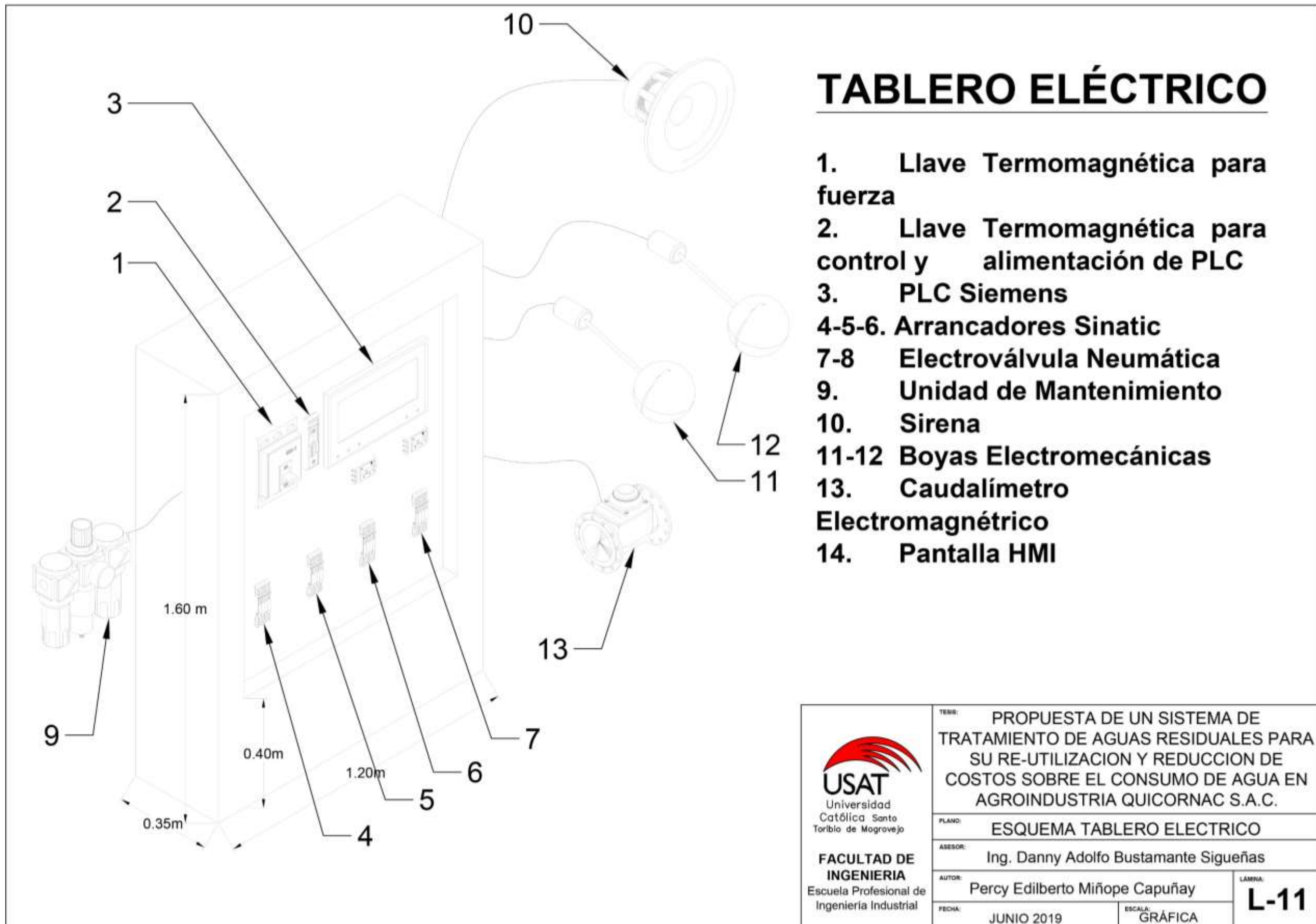
ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigüeñas

AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay

FECHA: JUNIO 2019


ESCALA: 1/25

LÁMINA: **L-10.2**

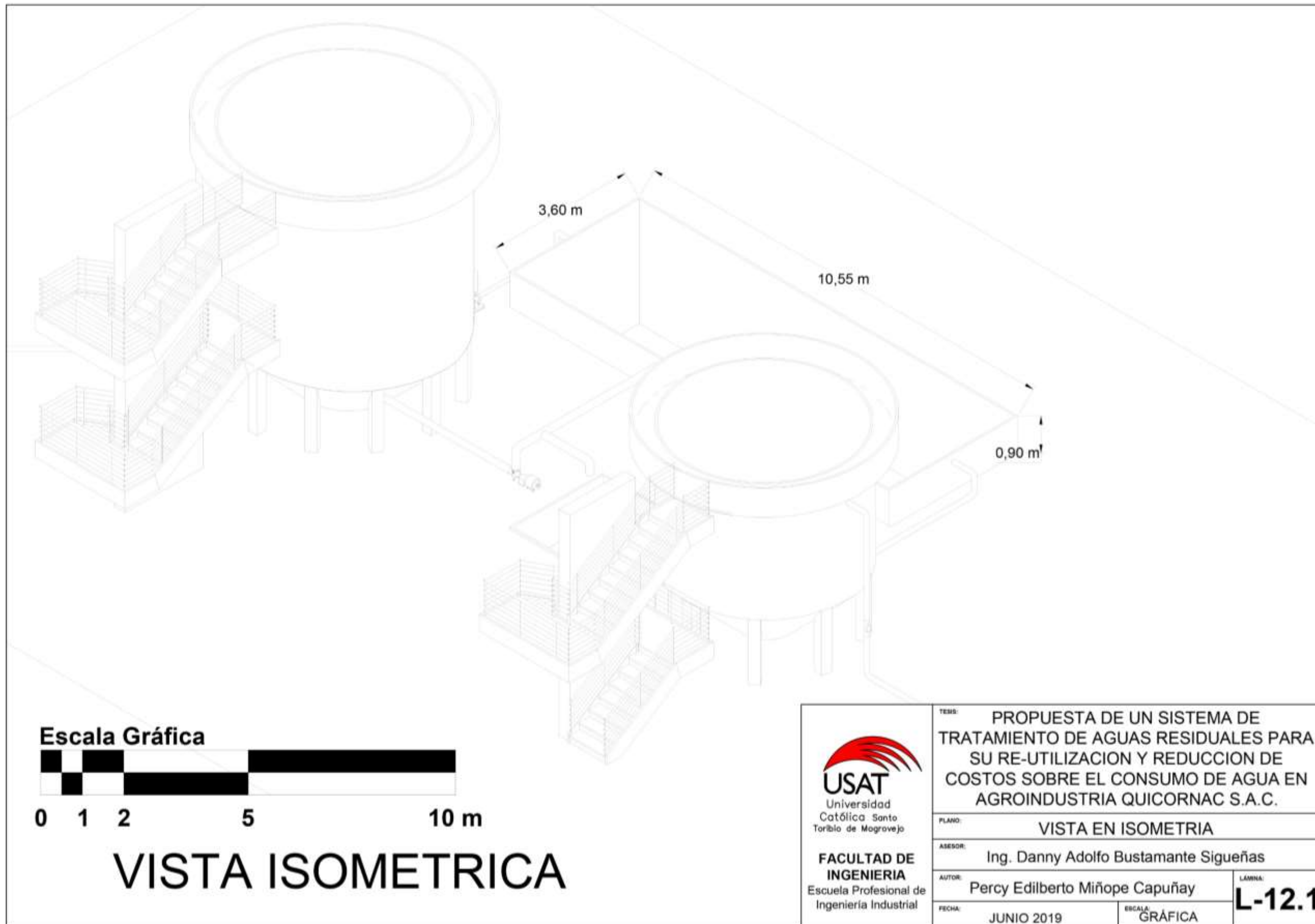



TABLERO ELÉCTRICO

1. Llave Termomagnética para fuerza
2. Llave Termomagnética para control y alimentación de PLC
3. PLC Siemens
- 4-5-6. Arrancadores Sinatic
- 7-8. Electroválvula Neumática
9. Unidad de Mantenimiento
10. Sirena
- 11-12. Boyas Electromecánicas
13. Caudalímetro Electromagnético
14. Pantalla HMI

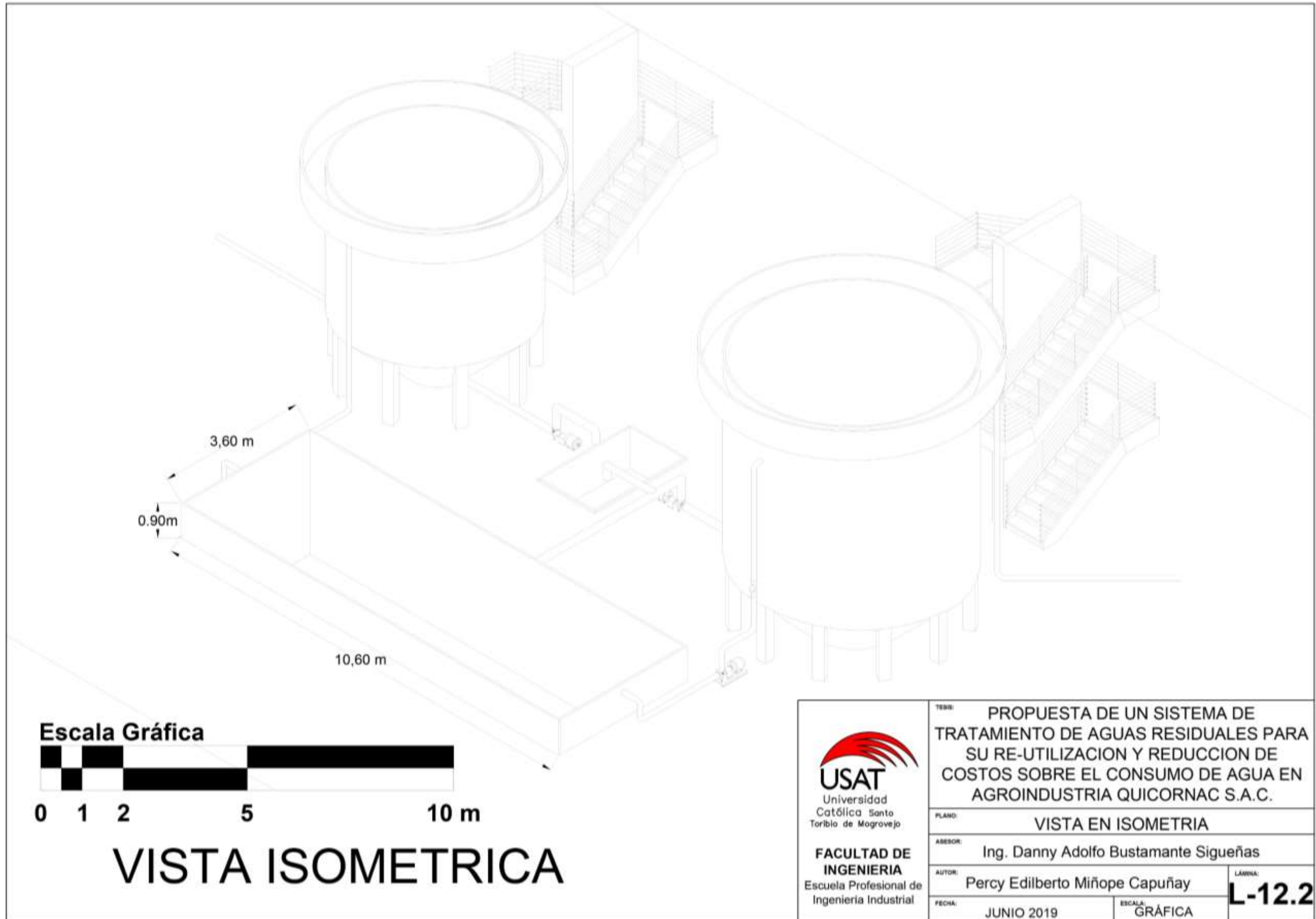
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial	TEMA: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.
	PLANO: ESQUEMA TABLERO ELECTRICO
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay
	FECHA: JUNIO 2019
ESCALA: GRÁFICA	LAMINA: L-11

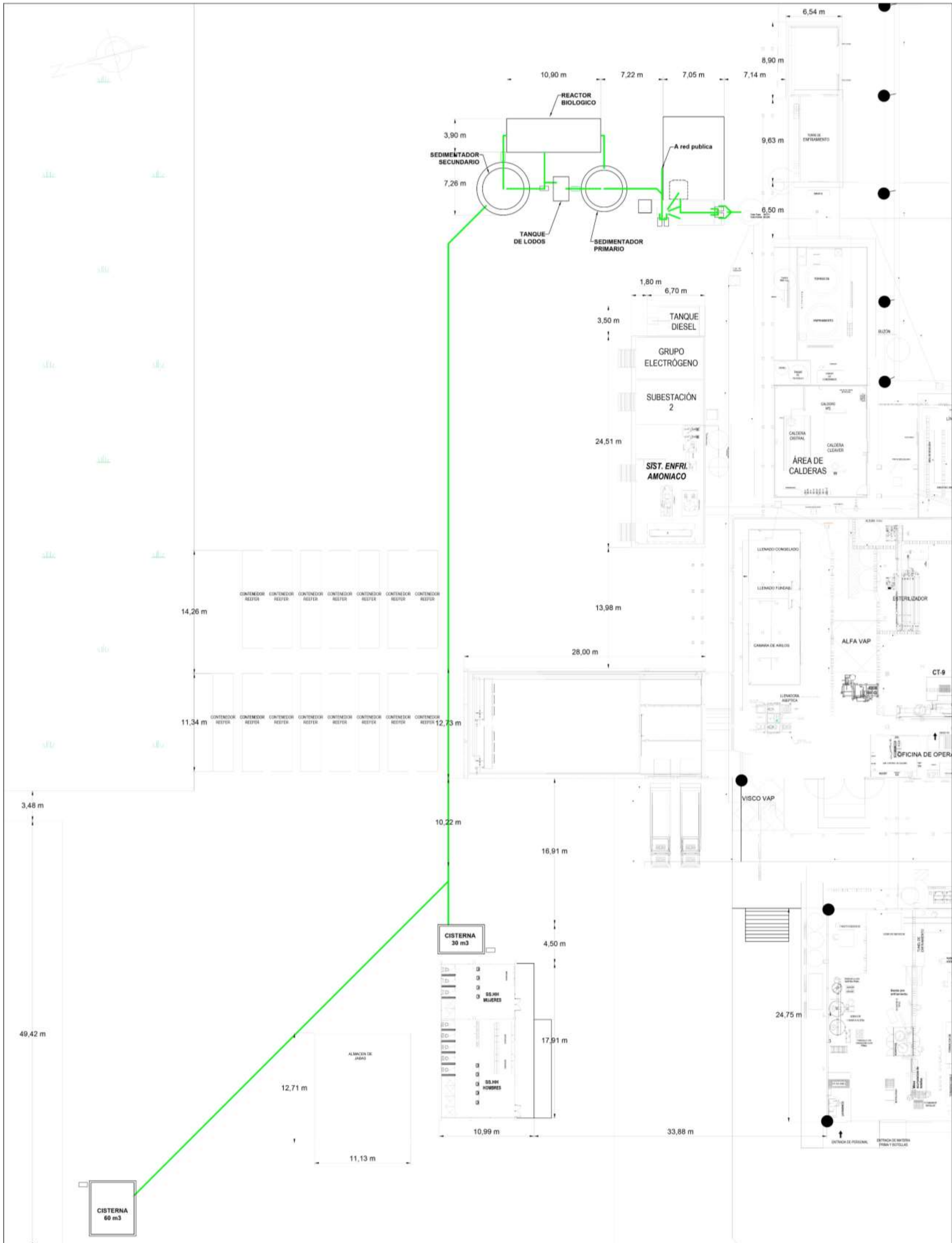
ANEXO N°31. Planta Propuesta – Vista Isométrica.



 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial	TEMA: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACION Y REDUCCION DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO: VISTA EN ISOMETRIA	
	ASESOR: Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	AUTOR: Percy Edilberto Miñope Capuñay	LAMINA: L-12.1
FECHA: JUNIO 2019	ESCALA: GRÁFICA	


ANEXO N°32. Detalles Planta Propuesta – Vista Isométrica.



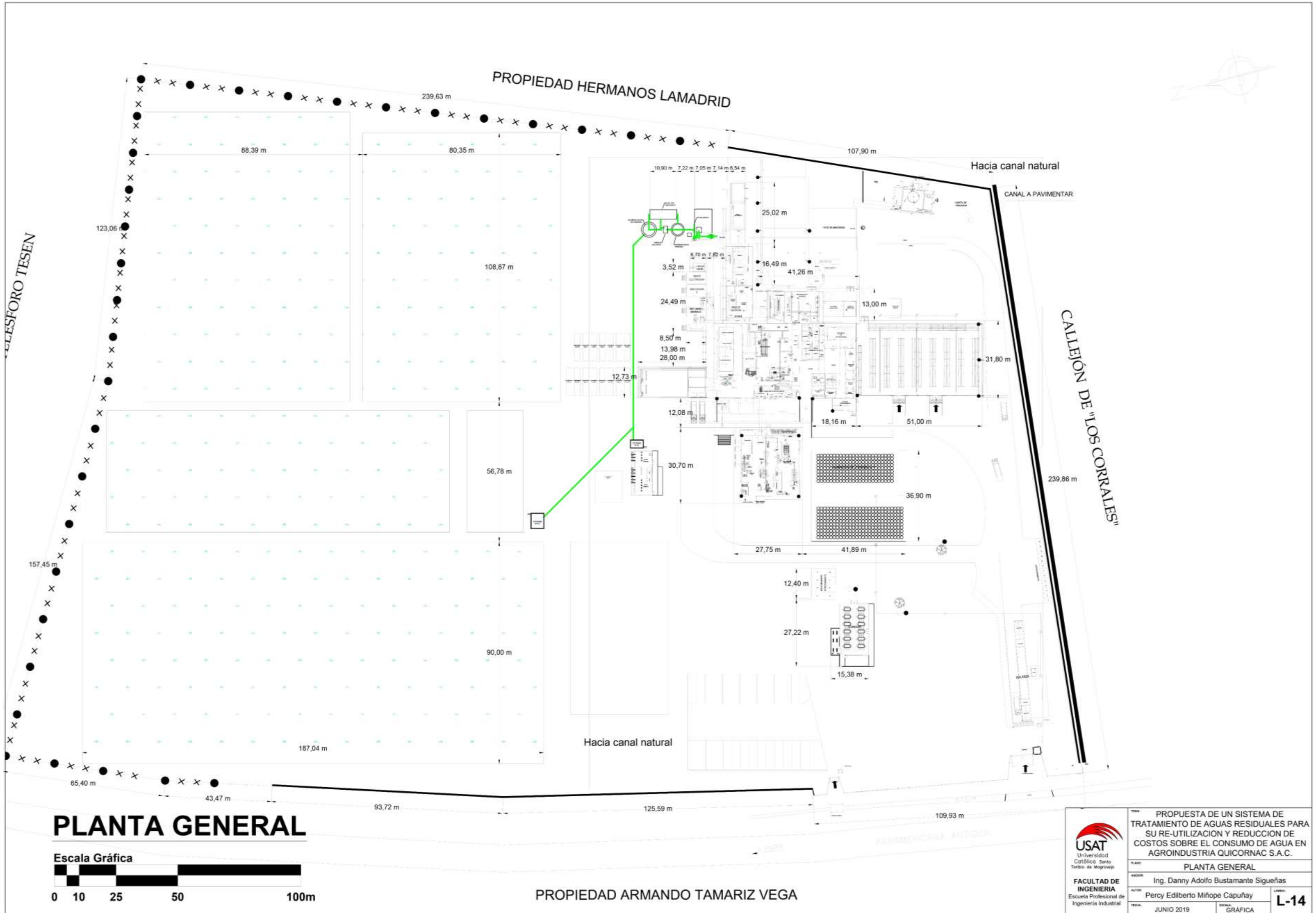


PLANTEAMIENTO GENERAL

ESC 1/200

 <p>USAT Universidad Católica Santa Teresa de Magóvep</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Industrial</p>	TÍTULO	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA SU RE-UTILIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE COSTOS SOBRE EL CONSUMO DE AGUA EN AGROINDUSTRIA QUICORNAC S.A.C.	
	PLANO	PLANTEAMIENTO GENERAL	
	AUTOR	Ing. Danny Adolfo Bustamante Sigueñas	
	PROYECTISTA	Percy Ediberto Miño Capuñay	
	FECHA	JUNIO 2019	ESCALA
			L-13

ANEXO N°34. Plano general de planta propuesta – Riego de cultivos.



ANEXO N°35. Cotización de planta de tratamiento de aguas residuales – Quicornac SAC



TRUJILLO, 13 DE MARZO DEL 2019

CLIENTE FINAL: QUICORNAC-PERÚ.



Atención:

Ing. Elton Núñez Saavedra – Coordinador SSOMA
Ing. Percy Miñope Capuñay – Asistente SSOMA

Referencia: CONSTRUCCIÓN DE PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Estimados Señores: Reciban un cordial saludo de ECP Montajes e Instalaciones en la oportunidad de expresarles nuestro máximo interés de continuar apoyando sus procesos productivos, mediante el servicio y suministro de nuestros productos de automatización, electricidad, instrumentación y obras civiles con la mejor calidad y precios.

Esperamos que nuestra Oferta por el servicio de CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL – QUICORNAC. Sea del máximo interés y conveniencia a su requerimiento, y agradecemos la oportunidad brindada para ofrecer nuestros productos y servicios.

Sin más que decir por el momento, y quedando a su entera disposición para cualquier información adicional que sea necesaria, les saluda muy cordialmente.

Atentamente,

Ing. José Bautista
Asesor de Servicios



El costo total del proyecto es de: S/. 350 439,04

NOTA:

AL TERMINO DEL SERVICIO SE ENTREGARÁ PLANOS CIVILES, ELÉCTRICOS, E INSTRUMENTACIÓN EN CAD Y FÍSICO, SE ENTREGARÁ DIAGRAMAS Y PE&D. CON PROTOCOLOS DE PRUEBA.

Tiempo de ejecución del servicio __30__ Días laborables.

Validez de lo ofertado: 15 días

Cualquier trabajo extra se considerará como un adicional.

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO A REQUERIR

* El Usuario/Requirente del servicio debe indicar las actividades principales necesarias para la correcta ejecución del Servicio.

* El Usuario/Requirente del servicio siempre debe considerar las actividades: Limpieza del área de trabajo; siempre y cuando el servicio sea dentro de Planta.

* El Postor/Contratista en base a este detalle determinará el Plazo de Ejecución del Servicio.

- Se reutilizará los Arrancadores suaves de la planta existente, según el diagnóstico realizado los arrancadores suaves y las bombas centrifugas están en perfecto estado.

Sin otro particular y a la espera de sus gratas Órdenes de Compra, quedamos de ustedes.

Atentamente

