

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORA DE LA PRODUCCIÓN CON EL DISEÑO DE UN  
SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA MEZCLA DE  
ARENA Y SUSTRATO EN VIVERO GÉNESIS S.A.C.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**JULIO ANDRES ARBOLEDA OBANDO**

**Chiclayo, 03 de Noviembre de 2016**

**MEJORA DE LA PRODUCCIÓN CON EL DISEÑO  
DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA  
MEZCLA DE ARENA Y SUSTRATO EN VIVERO  
GÉNESIS S.A.C.**

**POR:**

JULIO ANDRES ARBOLEDA OBANDO

Presentado a la facultad de ingeniería de la universidad  
Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Para obtener el título de  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR:**

-----  
Dr. Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

PRESIDENTE

-----  
Mgtr. Evans Nielander Llontop Salsedo

Secretario

-----  
Ing. Joselito Sánchez Pérez

Asesor

## **DEDICATORIA**

Dedico esta Investigación a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un sólo momento en mi inteligencia y capacidad.

## **PRESENTACIÓN**

En la actualidad se busca que los procesos sean cada vez más eficientes, utilizando diferentes técnicas o metodologías según sea el caso. En el contexto informativo moderno referirse a la automatización de procesos provoca grandes oposiciones. En primer lugar, porque se entiende como un cambio de ejecución en la forma que se conducen las empresas o los negocios en el departamento de Lambayeque, ya que las empresas industriales aún no cuentan con la tecnología adecuada para el control de los procesos, teniendo un control por el personal encargado, trayendo como consecuencias que el control de las variables no cumplan con los resultados deseados.

La presente investigación busca remediar este problema en un vivero, particularmente en el proceso del mezclado y desinfección de arena y sustrato mediante la automatización industrial, teniendo como control en las variables de temperatura y tiempo, haciendo uso de un Controlador Lógico Programable (PLC).

## **RESUMEN**

Los viveros en el Perú, constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación vegetal, teniendo como función obtener plántulas de calidad superior y asegurar el éxito de la reforestación, para lo cual resulta necesario alinearse a los avances tecnológicos y mejorar los procesos en el menor tiempo posible, reduciendo costos fijos y variables, lo cual en el Perú no se da, debido a que muchas de las empresas dedicadas a este sector utilizan procesos artesanales, el cual tiene como consecuencia la insatisfacción en eficacia y eficiencia de la producción.

La investigación está basada en el Vivero Génesis, empresa especializada en la producción de plántulas de hortalizas de forma artesanal para exportación como espárrago, alcachofa, pimientos y ajíes de todo tipo, melones, tomates, sandías sin semilla, brócoli, berenjena entre otras.

Como objetivo principal en la presente investigación, señaló diseñar un sistema automatizado para el mezclado de arena y sustrato para mejorar la producción, el diseño se realizó en el programa SketchUp y el sistema de control y programación en PLC Twido Suite, está perfilado para controlar en tiempo real y en el ambiente de tipo industrial los procesos de producción. Además se utilizó mecanismos de control automático como: Sensores de temperatura, válvulas solenoides, módulos de control, los cuáles actúan recepcionando y emitiendo señales eléctricas, las cuales son procesadas dando como resultado soluciones de acuerdo al tipo de necesidad que se requiere en el sistema de la mezcladora.

Este sistema permitirá que el operario intervenga un 15% en el mezclado, transporte, enfriado y llenado. Mejorando la productividad en el proceso y logrando la producción esperada. Reduciendo costo y obteniendo una utilidad promedia de 228672,86 durante los cinco primeros años de inversión.

**Palabras claves:** Producción, Productividad, PLC, SketchUp, Automatización, Twido suite.

## **ABSTRACT**

Nurseries in Peru, are the first step in any program of revegetation, with the function to obtain seedlings of superior quality and ensure the success of reforestation, for which it is necessary to align with technological advances and improve processes in the shortest possible time, reducing fixed and variable costs, which in Peru is not given, because many of the companies engaged in this sector use traditional processes, which results in dissatisfaction in efficiency and production efficiency.

The research is based on Genesis Nurseries, specializing in the production of vegetable seedlings by hand for export as asparagus, artichokes, peppers and peppers of all kinds, melons, tomatoes, seedless watermelons, broccoli, eggplant, among other companies.

Main objective in this investigation, I point to design an automated system for mixing sand and substrate in order to improve production and quality standards; the design of this machine was made in the SketchUp program and control system and PLC programming Twido Suite, is profiled to monitor in real time and in the environment of industrial production processes. Temperature sensors, solenoid valves, control modules, which act receptionando and emitting electrical signals, which are processed resulting solutions according to the needs required in the system: In addition to automatic control mechanisms as used the mixer.

This system will allow operator intervention in 15% mixing, transportation, cooling and filling. Improving productivity in the process and achieving the expected production, reducing costs and obtaining an average profit of 228672, 86 during the first five years.

**Keywords:** Production, Productivity, PLC, SketchUp, Automation, TwidoSuite.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	12
II.MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA .....	14
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	14
2.2 FUNDAMENTO   S TEÓRICOS .....	16
III. RESULTADOS .....	38
3.1 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA .....	38
3.1.1 Características generales de la empresa .....	38
3.1.1.1 Marco Referencial .....	38
3.1.1.2. Estructura organizacional .....	41
3.1.1.3. Productos que comercializa .....	42
3.1.2 Descripción del sistema productivo .....	45
3.1.2.1. Descripción del sistema de producción .....	45
3.1.2.2. Diagrama de flujo de operaciones .....	46
3.1.2.3. Diagrama de operaciones del proceso .....	47
3.1.2.4. Diagrama de análisis de procesos .....	48
3.1.2.5. Plano General de la Empresa.....	50
3.1.2.6. Plano del área de producción.....	51
3.1.2.7. Plano de diagrama de recorrido .....	52
3.1.3 Indicadores de producción .....	53
3.1.3.1. Indicadores de producción y productividad.....	53
3.1.4 Indicación de problemas en el sistema de producción y sus causas. ....	64
3.1.5 Desarrollo de las causas .....	66
3.2 PROPUESTA DE MEJORA DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL SISTEMA AUTOMATICO DE UNA MEZCLADORA CON ELEVADOR Y TOLVA DE LLENADO.....	68
3.2.1 Propuesta del sistema automatizado. ....	68
3.3 ELABORAR EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN Y LLENADO, SIMULANDO PARA EVALUAR LAS MEJORAS PROPUESTAS .....	76
3.3.1. Diseño 2D de la mezcladora de arena con sustrato. ....	76
3.3.1.1. Diseño de la mezcladora en vista de elevación lateral derecha. ....	76
3.3.1.2. Diseño de la mezcladora en vista de elevación lateral izquierda. ....	77
3.3.1.3. Diseño de la mezcladora en vista de elevación frontal.....	78
3.3.1.4. Diseño de la mezcladora en vista de elevación posterior. ....	79

3.3.2. Planos de la mezcladora de arena con sustrato.	80
3.3.3. Diseño 3D general de la mezcladora de arena con sustrato.	82
3.3.3.1. Diseño 3D en vista isométrica.....	82
3.3.3.2. Diseño 3D de la tolva de llenado.....	83
3.3.3.3 Diseño 3D de la tolva de enfriamiento.....	84
3.3.3.4 Diseño 3D de la tolva de mezclado y faja transportadora.....	85
3.3.4. Programa de PLC (TWIDO Suite)	86
3.3.4.1. Programación de PLC (TWIDO Suite) .....	86
3.3.4.2. Sistema de mando del PLC (Twido Suite) .....	88
3.3.5. Contrastación de indicadores	93
3.4 EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO .....	96
3.4.1 Cotizaciones de herramientas	96
3.4.2 Análisis Costo – Beneficio	97
IV.CONCLUSIONES .....	101
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Registro de contratos en la producción de vid .....	53
Tabla N°02: Registro de contrato en la producción de palto .....	55
Tabla N°03: Registro de horas de trabajo por jornada.....	56
Tabla N°04: Registro de horas de trabajo por jornada.....	58
Tabla n°05: Pagos de operario por trabajo de hora extras y días no laborables (en soles) .....	60
Tabla N°06: Ventas realizadas.....	61
Tabla N°07: Registro de desinfección de sustrato .....	62
Tabla N°08: Registro de desinfección diaria .....	64
Tabla N°9: Impacto económico en producción .....	65
Tabla N°10: Indicadores de la situación actual de producción .....	68
Tabla N°11: Producción actual de plantines de palto .....	93
Tabla N°12: Producción actual de plantines de uva .....	93
Tabla N°13: Mejora de producción de plantines de palto.....	94
Tabla N°14: Mejora de producción de plantines de uva.....	94
Tabla N°15: Contrastación de indicadores .....	95
Tabla N°16: Precio de los componentes a usar para la fabricación de la mezcladora....	96
Tabla N°17: Análisis costo – beneficio .....	99
Tabla N°18: VNA y TIR.....	100

## INDICE DE FIGURAS

Figura nº1: Nivel de cada función .....	21
Figura Nº2: Simbología del Diagrama de Flujo de Procesos .....	35
Figura Nº3: Tasa interna de retorno matemáticamente expresada .....	36
Figura Nº4: Valor actual neto matemáticamente expresada.....	37
Figura Nº5: Complemento del valor actual neto .....	37
Figura Nº 6: Organización de la empresa “vivero Génesis S.A.C” .....	41
Figura Nº 7: Diagrama de flujo de preparación de semilla de palta.....	44
Figura Nº 8: Diagrama de flujo de preparación de semilla de vid.....	44
Figura Nº 9: Diagrama de flujo de la esterilización de la mezcla de arena y sustrato....	46
Figura Nº 10: Diagrama de operaciones del proceso.....	47
Figura Nº 11: Diagrama de análisis de procesos en la mezcla para el cultivo de palta..	48
Figura Nº 12: Diagrama de análisis de procesos en la mezcla para el cultivo de uva....	49
Figura Nº 13: Diagrama Ishikawa .....	65
Figura Nº14: Tolva para mezcla en 2D .....	70
Figura Nº15: Sinfín para mezcla en 2D.....	70
Figura Nº16: Zaranda en 2D.....	71
Figura Nº17: Clasificación de las bandas dependiendo su posición .....	71
Figura Nº18: Características de bandas industriales.....	72
Figura Nº19: Formula para hallar potencia del motor .....	72
Figura Nº20: Faja transportadora en 2D.....	73
Figura Nº21: Tolva de enfriamiento en 2D .....	74
Figura Nº22: Válvula solenoide 2 vías (serie 8220).....	74
Figura Nº23: Sensor de temperatura PT100 (MBT5252).....	75

## **INDICE DE IMÁGENES**

Imagen N°1: Vista isométrica 3D .....	82
Imagen N°2: Tolva de llenado en 3D .....	83
Imagen N°3: Tolva de enfriamiento en 3D .....	84
Imagen N°4: Tolva de mezclado y faja transportadora .....	85
Imagen N°5: Módulo compacto de PLC TWIDO .....	86
Imagen N°6: Módulo de controlador de PLC TWIDO.....	87
Imagen N°7: Módulo de ampliación analógico de PLC TWIDO.....	87
Imagen N°8: Sistema de mando twido suite .....	88
Imagen N°9: Sistema de mando twido suite .....	89
Imagen N°10: Sistema de mando twido suite .....	90
Imagen N°11: Sistema de mando twido suite .....	91
Imagen N°12: Sistema de mando Twido .....	92

## **INDICE DE DIBUJOS**

Dibujo N°01: Mezcladora en vista de elevación lateral derecha .....	76
Dibujo N°02: Mezcladora en vista de elevación lateral izquierda.....	77
Dibujo N°03: Mezcladora en vista de elevación frontal .....	78
Dibujo N° 04: Mezcladora en vista de elevación posterior .....	79

## **INDICE DE PLANOS**

Plano N°01: Plano general de Vivero Génesis .....	50
Plano N°02: Plano de área de producción .....	51
Plano N°03: Plano de diagrama de recorrido.....	52
Plano N°04: Plano de la mezcladora de arena con sustrato .....	80
Plano N°05: Plano de la mezcladora de arena con sustrato .....	81

## **I. INTRODUCCIÓN**

La presente tesis es una investigación que tiene por objetivo diseñar un sistema automatizado para el mezclado de arena y sustrato para la mejora de la producción en vivero Génesis S.A.C. Obteniendo los datos en el vivero como: índices de producción y los costos en el área de desinfección. Determinando problemas en la línea de producción artesanal.

Las fuentes bibliográficas provienen de una investigación en libros editados en la universidad de Castilla, que se dedica a las maquinarias asistidos por computador, siendo la técnica más desarrollada en la ingeniería asistida por computadora, estas tecnologías se vienen aplicando a través de los métodos de la ingeniería presente.

Este trabajo presenta los siguientes objetivos:

Para el primer objetivo: Diagnosticar la línea de producción y determinar los costos en el área de desinfección y llenado de arena con sustrato, se detallará la situación actual de los procesos productivos e indicadores de productividad, tales como el llenado de bolsas por jornada, rendimiento diario, pagos de salarios por horas extras de trabajo, calidad de la esterilización y la distribución de vapor de la caldera a los noques. De este modo se diagnosticará la cantidad de fallas generadas en los últimos meses y sus fuentes de ocurrencia.

Para el desarrollo de este objetivo, se utilizará información original otorgada por la misma empresa, la cual está comprometida en el desarrollo de la investigación.

Para el segundo objetivo: Proponer mejora de la producción mediante el diseño de un sistema automático de una mezcladora con elevador y tolva de llenado. Se realizará un análisis para mejorar el sistema de mezclado, esterilizado y llenado de carácter neumático, y sus vías de alimentación, descarga y desfogue a través de motores y bandas transportadoras, el cual se desarrollará el sistema con ayuda del programa de diseño SketchUp. En la revisión bibliográfica se encontró una máquina MIX100 (proveedor Comic System España), la cual consiste en la mezcla el sustrato y arena, pero en este caso humedeciendo mediante un sistema automatizado. Esta es una buena base, pues se tomarán muchos puntos como referencia para la elaboración del diseño, asumiendo que en el caso de la vid y palto sólo se trabajará con vapor, punto a seguir para las modificaciones correspondientes.

Para el desarrollo de este objetivo se utilizará el programa de diseño y simulación SketchUp para certificar el funcionamiento advirtiendo algunos errores de diseño.

Para el tercer objetivo: Elaborar el diseño del sistema de desinfección y llenado, simulando para evaluar las mejoras propuestas. Se desarrollará este objetivo a través de la información obtenida en la simulación del diseño y funcionamiento realizado en computadora mediante el software de diseño (SketchUp) y el software de PLC. Mediante un análisis de costo de materiales y mano de obra se optará por la mejor alternativa de fabricación, además de la metodología auxiliar de proyectos similares.

Para el cuarto objetivo: Realizar el análisis costo – beneficio, se determinará los costos que relacionan la conveniencia y rentabilidad del proyecto, para verificar la viabilidad económica que este proyecto tendría en la empresa y su vida útil. Identificando ingresos, costos y gastos. Así se reflejarán los beneficios que se obtendrían con la implementación del proyecto.

## **II.MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA**

### **2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Santos Azevedo, Rodríguez Rico, Roque Díaz, Tavares Jiménez y Cabral Leite (2011) en su investigación “Consideración para el desarrollo de un sistema automatizado para la evaluación de la eficiencia de combustión en una planta generadora por motores de combustión interna”, en este proyecto como objetivo principal es desarrollar un sistema automatizado para la captura de datos en tiempo real del sistema de combustión, que permita la evaluación de la eficiencia del proceso.

Se detalla la aerodinámica y difusión del chorro, en la aerodinámica se especifica la entrada de un chorro gaseoso en movimiento dependiendo principalmente de la presión de inyección del combustible, además también de la boquilla o tobera.

En la difusión del chorro se observa que en la medida en que se produce la penetración del chorro dentro del volumen gaseoso, es observada una evaporación junto con la difusión de combustible dentro de la mezcla.

Se llegó a la conclusión que para la evaluación de la eficiencia de combustible se requiere tener en cuenta aspectos claves para la comprensión, monitoreo y evaluación del proceso de combustión destacando la aerodinámica de los fluidos involucrados y las consideraciones que se detallan.

Camarillo Escobero, Valdés Perezgasga y Alonso Chamarro (2011) en su investigación “Desarrollo de un sistema hidrodinámico para sistemas de análisis en flujo miniaturizados”, aquí se detalla los logros que se obtienen debido a la micro-fluídica como la reducción de las dimensiones de los canales para el flujo de fluidos pero no así la automatización completa porque se acoplan con actuadores tradicionales (que son las bombas y válvulas) que no se pueden reducir.

El sistema hidrodinámico se desarrolló para la impulsión de soluciones y el control de la inyección en flujo en el proceso de mezcla dentro de una plataforma micro-fluídica. La implementación de este es sencillo con dispositivos de impulso de fluidos que se utilizan para el análisis por inyección en flujo.

Con la implementación de este sistema se llevó a la conclusión de desarrollar una estructura de un micromezclador tridimensional tipo serpiente, que con el sistema hidrodinámico podría ser una alternativa a dispositivos de propulsión de fluidos.

Ruiz Lizama, Inche Mitma, Chung Pinzás y Tello Yuen (2007), en su investigación “Diseño e implementación de un prototipo automatizado para el procesamiento de pastas y líquidos”, como objetivo de la investigación es definir la teoría del tema en un producto tangible a fin de demostrar su utilidad. La investigación se justifica debido a que se presentan algunas muestras importantes así como criterios técnicos para realizar los cambios en los procesos productivos.

El diseño del sistema prototipo realizará procesamiento de pastas a temperatura deseada, podrá ser controlada remotamente desde una computadora o también manual desde el panel de control, donde se controlará las variables involucradas. Para la implementación del módulo se partió de una mezcladora multiusos manuales en donde se procedió a instalar sensores y transmisores de nivel y de temperatura, luego el controlador que es el sistema DFI 302, el cual fue programado con el software SYSCON.

Se llega a la conclusión que el esfuerzo del operario en la producción se reduce con el prototipo automatizado, debido a que todas las etapas que le siguen al llenado (incluyendo la descarga) se pueden hacer desde la computadora, además que el procesamiento del producto es mejor con el sistema ya que las variables son controladas con mejor precisión.

Rojas Lazo y Rojas Rojas (2006) en su investigación “Diseño asistido por computador”, en esta investigación se utilizan recursos tecnológicos como el CAD<sub>1</sub> (diseño asistido por computador), CAE (ingeniería asistida por computador) y CAM (Manufactura asistida por computador). Estas tecnologías se vienen aplicando a través de los métodos de la ingeniería presente.

La técnica más desarrollada en la ingeniería asistida por computadora es la (CAE), es la aplicación de los análisis por elementos finitos (FEA), que con la mejora de los equipos de cómputo se ha convertido en técnicas accesibles para todos los usuarios. Estas técnicas son usadas industrialmente desde el diseño hasta la fabricación consiguiendo optimizar costos, calidad, tiempo, seguridad, etc.

Se concluye que en el diseño y análisis de componentes es viable una solución analítica o experimental computarizada a un bajo costo y con alto nivel de confiabilidad. Es así que

las técnicas de expresión gráfica se han convertido en el mejor lenguaje para la descripción de objetivos.

En el desarrollo de proyectos técnicos se viene usando la técnica de la ingeniería concurrente vía red con geoprocesamiento referenciado.

Vilaboa (2004), en su investigación “Gestión de la automatización de plantas industriales en Chile” nos precisa de cómo en los últimos años las plantas industriales chilenas vienen automatizando sus procesos de producción, lo que ellas justifican, principalmente en el alza sostenida de los salarios industriales, además de ser importante como puerta en el mercado tecnologías de reciente desarrollo y bajo costo, las que viabilizan muchos proyectos que hasta hace algunos años no era factible. En este trabajo se analizan los aspectos económicos y de gestión.

El objetivo de la investigación es mejorar la eficiencia económica, ahorrando la contratación de mano de obra, a cambio de pequeñas inversiones. De acuerdo a un análisis de la demanda se justifican la iniciativa de automatización, esto frente a la alza de salarios.

Se concluye que dentro de un contexto de una economía competitiva, las empresas están obligadas a ser eficiente. Aquellas corporaciones que no tomen decisiones adecuadas o no se actualicen frente a los cambios que se generan en el entorno, están condenadas a perder rentabilidad y desaparecer.

## **2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **Los viveros**

Según Vasquez (1997), Independientemente del origen de una planta, ya sea a partir de una semilla, de un segmento o por cultivo de tejidos, los primeros días de vida son los más críticos para su sobrevivencia. Con el propósito de lograr que un mayor número de plantas sobreviva a esta etapa se utilizan instalaciones especiales en las que se manejan las condiciones ambientales y se proporcionan las condiciones de crecimiento más favorables para que las nuevas plantas continúen su desarrollo y adquieran la fortaleza necesaria para transplantarlas al lugar en el cual pasarán el resto de su vida. Por esto, el diseño de un vivero es un aspecto fundamental para llegar a obtener plantas listas para su siembra.

El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. Como hemos visto, la producción de material vegetativo en estos

sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre.

La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo.

Debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de biodiversidad que sufre el país y a la gran necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de estas especies. Además, los viveros también podrían ser sitios de capacitación de donde surgieran los promotores de estas técnicas.

### **Esterilización de arena y sustrato**

Según la división de manejo integrado de cultivos (2007), Hay varias formas de esterilización con vapor. Sin embargo, con algunas variaciones hay básicamente 2 formas de aplicar el vapor: En las mismas camas, en el interior del invernadero, o usando una estructura especial. En ambos casos se requiere de un equipo ya sea que funcione con petróleo o a gas. Estos equipos usualmente son quemadores tipo caldero que funcionan con un motor eléctrico que alimenta a un quemador a petróleo y permite calentar el agua que circula por un serpentín y a través de una manga envía el vapor de agua con cierta presión hacia el ambiente que deseamos esterilizar. Si el caldero es de tipo portátil, con ruedas, permite movilizar el equipo hacia diferentes zonas. Así, cuando se tienen camas, se puede establecer en el fondo de estas tuberías de metal con agujeros distanciados, de tal forma que permita distribuir el calor uniformemente. Sobre esta estructura se puede poner el sustrato a ser esterilizado, luego se debe cubrir con un plástico grueso que no deje escapar el vapor.

Finalmente se conecta la manga del caldero a la tubería y se prende la máquina por periodos de tiempo previamente establecidos.

Si el caldero es de tipo estacionario, este va conectado de frente a una estructura cerrada hecha de preferencia con ladrillo refractario que permita mantener el calor interno. Esta estructura puede ser de diferente tamaño, dependiendo del volumen a esterilizar, pero guardando armonía con la potencia del caldero. Otra alternativa es el uso de carretas movibles en las que se coloca el sustrato a esterilizar en un fondo con agujeros que permite el paso del vapor. Esta carreta se cubre con una lona especial o plástico para sellar totalmente la salida de vapor. Un equipo adicional consiste en una bomba impulsora de vapor, que permite la aplicación del vapor a presión y que en el CIP lo usamos mayormente con la carreta. Este equipo permite minimizar el tiempo de funcionamiento del caldero, ahorrando combustible, pero su costo es alto (cerca a los \$3,000). El costo de estos equipos hace que el costo de esterilización por vapor se incremente.

### **Sistema de distribución de vapor**

Según Progressive Energy Services S.A (2010), La primera pregunta que normalmente nos hacemos es ¿por qué utilizar vapor? Hay varias razones del porque el vapor es todavía de uso común en los procesos industriales: es una forma muy eficaz de transferir energía de una fuente central a diversos puntos de uso, la presión propia del vapor actúa como la fuerza motriz para mover el vapor a los puntos requeridos, existe una relación directa entre la presión y la temperatura del vapor que lo hace ideal para el control de proceso y tiene una entalpia relativamente alta por lo que puede transferir una gran cantidad de energía en relación con el flujo de la masa.

Así, habiendo establecido que el vapor es todavía un buen medio para transferir y controlar el flujo de energía a lo largo de una planta, la clave es lograr que sea tan efectiva y eficiente como sea posible.

El vapor se distribuye en tuberías de vapor y es necesario diseñar este sistema con el fin de lograr las condiciones de proceso requeridas y reducir tanto como sean posible las pérdidas del sistema.

### **Vapor saturado vs vapor sobrecalentado**

Esto no siempre es una opción. Si algún equipo en una planta requiere vapor sobrecalentado, entonces no hay opción tiene que ser sobrecalentado. Sin embargo, a

menudo se considera más eficaz distribuir el vapor sobrecalentado porque no genera condensado, pero es más caliente que el vapor saturado (a la misma presión) y por lo tanto las pérdidas de vapor sobrecalentado serán más altas. También existe un problema potencial en plantas grandes, el vapor se va volviendo saturado a medida que viaja a través de la planta, si el sistema se ha diseñado suponiendo que se usara vapor sobrecalentado.

La razón principal para elegir distribuir vapor sobrecalentado sería reducir las pérdidas por las trampas de vapor, pero si las trampas de vapor funcionan correctamente y el condensado se recolecta y retorna a la casa de calderas entonces la recomendación sería distribuir el vapor saturado.

### **Pérdidas de calor en tuberías**

Lo ideal sería que toda la energía que sale de la casa de calderas llegara al proceso. Sin embargo, ya que el vapor es considerablemente más caliente que la temperatura del aire circundante, siempre habrá algunas pérdidas, la clave es reducir las tuberías en la medida que sea posible. El primer paso es el aislamiento térmico de la línea. Hay una gran diferencia entre la pérdida de calor de una tubería al descubierto y una tubería con sólo 1" de aislamiento pero la regla general es de 1" de aislamiento por 100 °F (25 mm por 56 °C) de la temperatura del vapor.

Un aislamiento típico sería de fibra de vidrio con revestimiento de acero inoxidable. Lo ideal sería que todos los elementos auxiliares tales como válvulas de control, válvulas de aislamiento, etc. también se aislen, por lo que es buena idea considerar el aislamiento desprendible para los elementos auxiliares que necesiten un mantenimiento regular.

El punto más importante es mantener el aislamiento seco. El aislamiento mojado es peor que la falta de aislamiento. El revestimiento debe estar bien sellado y la tubería no se debe instalar en zanjas o trincheras donde hay una posibilidad de inundación.

El aislamiento de las tuberías de condensado, aunque a menudo se pasa por alto, también es muy importante. A pesar de que es condensado en lugar de vapor, cualquier pérdida de calor de la línea de condensados resulta ser más energía que se podría utilizar en la casa de calderas.

## **Dimensiones de Tuberías**

Para vapor saturado la velocidad del vapor en la tubería debe ser de aproximadamente de 30 m/s a 40 m/s para líneas largas, y de 25 m/s para derivaciones y líneas cortas. Para el vapor sobrecalentado el intervalo de velocidad se puede incrementar 10 m/s.

Para el retorno de condensado la velocidad de diseño depende de si hay vapor flash en la línea. Si es solo condensado tal como un flujo bombeado después de un tanque de condensado, entonces generalmente la velocidad es de 1 a 1,5 m/s pero si es flujo de dos fases con vapor flash, las líneas deben ser dimensionadas en base al flujo de vapor en lugar del flujo condensado. Para flujo de dos fases la velocidad de diseño debe reducirse aproximadamente 15 m/s.

## **Automatización industrial**

Según García (2005). La automatización consiste en dotar el sistema de los dispositivos que le permiten operar por sí mismo. Para conseguir esta automatización será necesario contar con una serie de sensores o captadores capaces de registrar las condiciones del entorno y de funcionamiento interno. Las señales procedentes de esos capadores habrán de ser analizadas por un órgano de control que, basándose en esa información y en una serie de consignas o parámetros que definen el funcionamiento deseado, sea capaz de activar unos accionadores o dispositivos capaces de actuar sobre el proceso.

## **Objetivo de la automatización industrial**

Según García (2005). La automatización tiene como principal objetivo la sustitución del hombre por la máquina en tareas específicas. Esta sustitución, que es muy censurada, tiene unas connotaciones mucho más complejas de las que puede parecer en una primera aproximación. En la mayoría de los casos no se consigue con esto una disminución de plantilla; ya que el aumento de actividad que se produce en la empresa suele dar lugar al fenómeno contrario. Las ventajas que ofrece la automatización vienen dadas por otra serie de parámetros como:

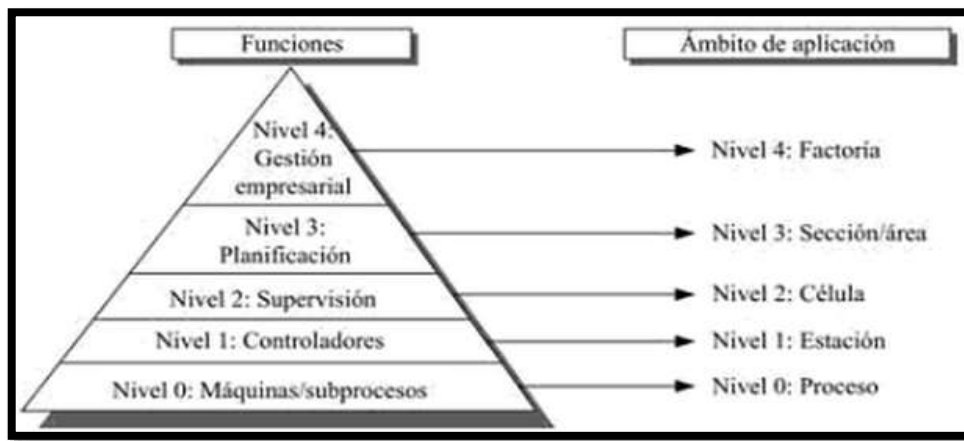
- Producir una calidad constante.
- Proveer cantidades necesarias en el momento preciso.
- Incrementar la productividad y flexibilidad de la herramienta.
- Aumentar la seguridad laboral.

Y estos parámetros, a su vez, repercuten en un aumento de la producción; lo que posibilita la expansión de la empresa.

### Niveles de automatización

Según Medina, Guadayol (2010). Dentro de la estructura de una empresa, independientemente de su naturaleza, los procesos a automatizar son múltiples y variados; sin embargo, el National Bureau of Standards (NBS), con el objetivo de aclarar conceptos, ha definido el modelo de la automatización integral de una empresa identificando los diferentes niveles que se pueden encontrar, a fin de estructurar e integrar sus fases de producción, diseño y gestión.

Figura nº1: Nivel de cada función



Fuente: Medina, Guadayol (2010)

- Nivel 0: En este nivel, se encuentra el conjunto de dispositivos, procesos y equipos en general con los que se realizan las operaciones elementales de producción y control en la planta de fabricación. En este nivel, también se incluyen los dispositivos de campo que permiten al operador interactuar con el proceso, como son los sensores, los accionadores, las pantallas, los paneles de operador, las alarmas, etc. Se trata de información de menor rango en la pirámide CIM.
- Nivel 1: En el siguiente nivel, se encuentra el conjunto de dispositivos lógicos de control, como son los autómatas programables, las tarjetas de control, los ordenadores industriales y cualquier equipo programable orientado al control y a la automatización de procesos. Constituyen los elementos de mando y control de la maquinaria del nivel 0, del cual recibe información directa del proceso a través de las interfaces de entrada y salida de que disponen los equipos de control.

Asimismo, facilita información de actuación directa del estado del proceso nivel 2.

- Nivel 2: Este nivel, se asignan las tareas de supervisión y control, como son la adquisición y el tratamiento de datos generales de producción, la monitorización del proceso mediante programas SCADA, la gestión de alarmas y asistencias, el mantenimiento correctivo y preventivo, la programación a corto plazo, el control de calidad, la sincronización de las diferentes células de trabajo en que está dividida la planta y todo el proceso de producción, la coordinación del transporte, el aprovisionamiento de líneas, el seguimiento de lotes, el seguimiento de órdenes de trabajo, etc.

Este nivel emite órdenes de ejecución al nivel 1 y recibe situaciones de estado de dicho nivel. Igualmente, recibe los programas de producción, calidad, mantenimiento, etc. Del nivel 3 y realimenta dicho nivel con las incidencias (estado de órdenes de trabajo, circunstancias de los equipos, estado de la producción en curso, etc.), ocurridas en planta.

- Nivel 3: El nivel de planificación tiene como misión la programación de la producción, la gestión de compras, el análisis de los costos de fabricación, el control de inventarios, la gestión de recursos de fabricación, la gestión de calidad y la gestión del mantenimiento.

El nivel 3 emite los programas hacia el nivel 2 y recibe de éste las incidencias de la planta. El nivel 4 recibe la información consolidada sobre pedidos en firme, previsiones de venta, información de ingeniería de producto y de proceso y envía información relativa a: cumplimiento de programas, costes de fabricación, costes de operación, cambios de ingeniería.

- Nivel 4: Es el nivel corporativo, se realizan las tareas de gestión comercial, marketing, planificación financiera y administrativa, gestión de recursos humanos, ingeniería de producto, ingeniería de proceso, gestión de tecnología, gestión de sistemas de información (MIS), investigación y desarrollo.

Este nivel emite al nivel 3 información sobre la situación comercial (pedidos y previsiones), información de ingeniería de producto y de proceso, etc.

Con el fin de ajustar la planificación global, este nivel recibe del nivel 3 la información anteriormente indicada sobre cumplimiento de programas y costes, etc.

## Estructura general de los procesos industriales

Según Medina & Guadayol (2010). Dicha estructura está formada por:

- *Órganos de diálogo.* Estos elementos permiten el diálogo bidireccional entre el operador y el proceso, enviando consignas y órdenes desde el operador hacia el proceso mediante pulsadores, interruptores, pantallas táctiles o teclados, mientras que el operador recibe la información del proceso a través de pilotos, balizas luminosas, indicaciones acústicas y registros en pantallas o en papel.
- *Preaccionadores.* Generalmente, las señales de control, independientemente de la tecnología con la que estén implementadas, son señales de bajo nivel, mientras que las señales que realizan el trabajo físico requieren gran potencia. Esta función es la que cumplen los preaccionadores, que adaptan y separan las señales de control y de potencia. Dependiendo de la tecnología utilizada, se encuentran, entre otros, los contactores para el gobierno de elementos eléctricos, las válvulas distribuidoras para el gobierno de elementos neumáticos, las válvulas distribuidoras para el control de flujos de caudales, etc.
- *Accionadores o actuadores.* Son los elementos que realizan físicamente el trabajo de producción. También, dependiendo de la tecnología con la que estén implementados, se encuentran elementos como los motores eléctricos aplicados para bombas, compresores, sistemas de agitación de una unidad de mezcla, apertura y cierre de válvulas, etc. Dentro de la tecnología neumática, se encuentran los cilindros neumáticos, pinzas neumáticas para la manipulación, motores para el mecanizado y el almacenamiento, etc.
- *Captadores.* Mediante este tipo de elementos, el sistema y, por tanto, el operador, puede conocer la evolución del proceso. En cualquier caso, la variedad de estos elementos es notable en función del tipo de objeto o fenómeno físico que se desea detectar, tales como finales de carrera que suministran información de la presencia y la ausencia de objetos mediante el contacto físico, detectores de proximidad que cumplan la misma función pero sin ser necesario el contacto entre el objeto a detectar y el sensor o los detectores fotoeléctricos que permiten la creación de barreras de paso. También dentro de esta gama se encuentran todo el conjunto de sensores analógicos que permiten conocer parámetros físicos, como son la temperatura, la humedad, la composición, el nivel, etc.

- *Tratamiento de datos.* En este bloque, se encuentra la inteligencia de todo el sistema; por una parte, recibe la información del operario desde los elementos de diálogo y, por otro, la información de cómo evoluciona el proceso en función del estado de los capacitores. Con esta información y en función del sistema de control implementando (cableado o programado), emite las órdenes hacia los preactuadores, que activarán cada uno de los actuadores en función del objetivo a conseguir.

### **Controladores Lógicos Programables (PLC)**

Según Luis, B. Gómez (2014). Es un aparato electrónico que se puede operar de manera digital usando una memoria que puede ser programada para almacenar instrucciones de forma interna, encontramos funciones como secuenciales, lógicas, temporizadas y aritméticas para poder controlar mediante los módulos de entrada y salidas tanto analógicos como digitales diferentes tipos de máquinas o procesos. En caso de utilizar una computadora para ejecutar las funciones de un controlador lógico programable, económicamente se lo puede considerar bajo el mismo rubro. De forma general se define al PLC como una máquina electrónica que puede controlar en tiempo real y en condiciones industriales diferentes procesos de control.

### **Composición Interna del PLC**

Mediante el dispositivo de programación se deberá ingresar el programa al almacenamiento del CPU o Procesador de Memoria.

La unidad central de procesos que viene conformando como el cerebro del PLC, se encarga de captar la información que viene desde el exterior mediante las interfaces de entrada y de acuerdo para lo que ha sido programado activará una salida.

Las interfaces de entrada y salida permiten la adaptación de señales a niveles que la Unidad Central de Procesos pueda entender.

### **Campos de Aplicación del PLC**

Controlador Lógico Programable debido a cada característica que lo conforma posee un amplio campo de aplicación.

El avance tecnológico tanto de hardware y software va aumentando la utilización del PLC satisfaciendo necesidades de acuerdo a su rendimiento y a sus posibilidades reales.

Se utiliza principalmente en aquellos lugares donde sean necesarias todo tipo de maniobras de control por tanto el campo que el mismo abarca va desde procesos de fabricación industrial hasta el control de pequeñas instalaciones.

Las pequeñas dimensiones, las grandes facilidades de montaje, la opción de almacenamiento de programas los cuales son utilizados posteriormente, también permitiendo modificarlos para que se ajusten a los requerimientos necesarios, hacen que su eficacia se pueda apreciar en los procesos que requieren reducir necesidades como: reducción de espacio, los cambios en los sistemas de producción, adaptabilidad a máquinas que contengan procesos variables, instalación de procesos complejos y amplios

### **Ventajas del PLC**

- ✓ Precisión en el control.
- ✓ Respuestas de mayor rapidez.
- ✓ Adaptación en sistemas complejos de control.
- ✓ Fácil programación.
- ✓ Proceso más seguro.
- ✓ Reducción en el espacio de instalación.
- ✓ Rápida instalación.
- ✓ Ahorro de energía.
- ✓ Optimización del mantenimiento.
- ✓ Reducción en la detección de averías.
- ✓ Reducción del tiempo para la creación de proyectos.
- ✓ Agregar modificaciones sin necesidad de elevar costos.
- ✓ Tienen a disminuir los costos de mantenimiento, operación e instalación.
- ✓ Centralizar los actuadores mediante un mismo autómatas.

### **Desventajas del PLC**

Entre las desventajas del controlador lógico programable (PLC) podemos encontrar:

- ✓ Las sustituciones o cambios presentan dificultades.
- ✓ Se requiere de mano de obra especializada para la detección de errores.
- ✓ Al producirse un problema el sistema tiende a detenerse por tiempo indefinido hasta que encontrar la falla que causó la avería.
- ✓ Personal altamente capacitado.

- ✓ Agrupa los procesos.
- ✓ Ambiente de trabajo apropiado.
- ✓ Los costos para tareas sencillas son elevados.

## **Clasificación del PLC**

### **Nano**

Casi siempre es un PLC de tipo compacto con una fuente integrada, CPU y entradas y salidas que se encuentran en el mismo, este es capaz de manejar un reducido número de entradas y salidas que generalmente es inferior a 100. Se puede adaptar módulos especiales y manipular entradas y salidas digitales.

### **Compactos**

Los PLC Compactos posee una Fuente de Alimentación agregada, su procesador de memoria permite manejar módulos de entrada y salida en un módulo principal de esta manera puede manejar desde pocas entradas y salidas hasta varios cientos que oscilan alrededor de 500, posee un dimensionamiento mayor a los PLC Nano. Teniendo los algunos módulos como:

- ✓ Salidas Analógicas.
- ✓ Entradas Analógicas.
- ✓ Líneas de Comunicación

### **Modular**

Los PLC modular por lo general son un conjunto de elementos que conforman el controlador final de tal modo que se tienen los siguientes:

- ✓ Fuente de Alimentación
- ✓ Unidas Central de Procesos
- ✓ Módulos de Entradas y Salidas
- ✓ Líneas de Comunicación.
- ✓ Conteo rápido.

## **TABLERO ELÉCTRICO**

Según Jesús, R. Fernández (2009), Definición Se conoce como tablero eléctrico a la caja o gabinete en la que se encuentran los elementos de mando, conexión, protección, y señalización, con sus correspondientes soportes cumpliendo la función para la cual son destinados dentro del sistema eléctrico.

### **Tipos de tableros eléctricos**

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:

- ✓ Tablero principal de distribución: Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.
- ✓ Tableros secundarios de distribución: Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de subalimentadores.
- ✓ Tableros de paso: Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas a alimentadores o subalimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- ✓ Gabinete individual del medidor: Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal.
- ✓ Tableros de comando: Contienen dispositivos de seguridad y maniobra.

### **Unidades de mando y señalización**

La interacción que se debe tener entre la parte humana y la máquina centraliza las funciones necesarias para el operario permitiéndole controlar o vigilar el correcto desempeño del proceso.

El operario debe estar plenamente capacitado de forma que pueda darse cuenta de los sucesos y así responder de una manera rápida y eficaz a la solución de un determinado imprevisto.

### **Pulsadores**

Son utilizados de manera general en mandos de arranque y de parada, al igual que en circuitos de seguridad.

Estos elementos pueden ser de un material metálico cromado para el servicio en ambientes que requieran de un servicio intensivo o constituido de plástico, para ambientes hostiles.

### **Luces Piloto y Columnas**

Permiten determinar la etapa de un proceso de forma óptica, indicando el estado del sistema.

- ✓ Columnas: Constituidos por elementos luminosos que muchas de las veces contienen un avisador acústico.
- ✓ Luz Piloto: Permite identificar mediante una luz las condiciones del sistema en el que se encuentra. Usualmente se la conoce como luz monitor.

### **Componentes y Aparatos Eléctricos**

#### **Contactores**

Es un elemento electro-mecánico de mando, que puede ser operado a distancia y a su vez tiene una funcionalidad similar a la de un interruptor con la diferencia que este es gobernado a través del electroimán que lleva incorporado.

El contactor posee como elementos:

- a) Contactos principales: Su principal función es alimentar la parte de potencia.
- b) Contactos auxiliares: Su principal función es proveer a la bobina de la alimentación necesaria al igual que a dispositivos de mando y señalización.
- c) La bobina: Encargado de la apertura o cierre de contactos pudiendo ser estos auxiliares o principales.

#### **Relé**

Componente electrónico que es utilizado como dispositivo de control, cuya funcionalidad es similar a la de un interruptor que se activa por un electroimán. A un electroimán también se lo puede llamar bobina puesto que está compuesto por una barra de hierro enrollada por un conductor, este se convierte en imán sólo al encontrarse corriente eléctrica circulando por el cable.

## **Breaker**

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática

## **Fusibles**

Los fusibles son dispositivos de seguridad para circuitos eléctricos que ofrecen un punto vulnerable que colapsa ante el aumento de tensión o intensidad en la corriente circulante, para proteger el circuito y los equipos que lo integren.

Los fusibles son dispositivos eléctricos conformados por un soporte y un filamento o lámina de metal, capaces de fundirse ante una subida de tensión o un cortocircuito, discontinuando el circuito, lo que evita riesgos de incendio o destrucción de los equipos

## **Transformador**

Los transformadores son dispositivos electromagnéticos estáticos que permiten partiendo de una tensión alterna conectada a su entrada, obtener otra tensión alterna mayor o menor que la anterior en la salida del transformador.

Permiten así proporcionar una tensión adecuada a las características de los receptores.

También son fundamentales para el transporte de energía eléctrica a largas distancias a tensiones altas, con mínimas pérdidas y conductores de secciones moderadas

## **SENSORES**

Según Edwin, J. Ortega (2008). Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

## **Clasificación**

Los sensores se clasifican según:

- ✓ Su principio de funcionamiento
- ✓ Según el tipo de señal que generan
- ✓ Según el nivel de integración
- ✓ Según el tipo de variable medida
- ✓ Según la presencia o proximidad del objeto

### **Su principio de funcionamiento**

Encontramos dos tipos de sensores:

**Activos:** Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir en forma autónoma sin requerir de fuente alguna de alimentación.

**Pasivos:** Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir por intermedio de una fuente auxiliar.

### **Según el tipo de señal que generan**

- ✓ **Sensores Digitales:** Son aquellos que frente a un estímulo pueden cambiar de estado ya sea de cero a uno o de uno a cero (hablando en términos de lógica digital) en este caso no existen estados intermedios y los valores de tensión que se obtienen son únicamente dos 0V y 5V.
- ✓ **Sensores Análogos:** es aquel que, como salida, emite una señal comprendida por un campo de valores instantáneos que varían en el tiempo, y son proporcionales a los efectos que se están midiendo.
- ✓ **Sensores Temporales:** Son aquellos que entregan una señal variable en el tiempo la cual puede ser una onda sinusoidal, triangular o cuadrada

### **Según el nivel de integración**

- ✓ **Sensores Discretos:** Sensor en el que el circuito de acondicionamiento se realiza mediante componentes electrónicos separados e interconectados entre sí.
- ✓ **Sensores Integrados:** Elemento sensor y circuito acondicionador (al menos este último) construidos en un único circuito integrado, monolítico o híbrido.
- ✓ **Sensores Inteligentes:** Realiza al menos una de las siguientes funciones:
  - Cálculos numéricos
  - Comunicación en red (No una punto a punto)
  - Auto calibración y autodiagnóstico

- Múltiples medidas con identificación del sensor

### **Según el tipo de variable física medida**

- ✓ Sensores mecánicos: Es un dispositivo capaz de variar su comportamiento debido a la acción de magnitudes físicas que pueden ser indirecta o directa.
- ✓ Sensores Eléctricos: Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.
- ✓ Sensores Magnéticos: Se sirve del efecto Hall para la medición de campos magnéticos o corrientes o para la determinación de la posición.
- ✓ Sensores Térmicos: Se usan para la medición precisa de la temperatura, proporcionan una indicación visual o una señal de realimentación mecánica o eléctrica que puede ser utilizada en un sistema de lazo cerrado para permitir el control automático de procesos térmicos.
- ✓ Sensores Termoresistivos: También denominados termorresistencias, son dispositivos cuya resistencia cambia a medida que lo hace la temperatura.
- ✓ Sensores Piroeléctricos: También denominados termómetros de radiación, son dispositivos que miden indirectamente la temperatura a partir de la medición de la radiación térmica infrarroja que emiten los cuerpos calientes.
- ✓ Sensores Acústicos: Los micrófonos son los sensores que facilitan la conversión de una señal acústica en eléctrica. Dentro de estos tenemos: Capacitivo, Piezoeléctrico y Electrodinámico.

### **Según la presencia o proximidad del objeto**

- ✓ Sensores Ultrasónicos: Los sensores ultrasónicos son interruptores electrónicos que trabajan sin contacto
- ✓ Sensores Ópticos: Se basa en el aprovechamiento de la interacción entre la luz y la materia para determinar las propiedades de ésta.
- ✓ Sensores Inductivos: Sirve para detectar la presencia de objetos metálicos en un rango de distancia de 1 mm a unos 30 mm, aproximadamente, con una resolución del orden de décimas de milímetro.
- ✓ Sensores Capacitivos: Se suelen utilizar para detectar materiales no metálicos tales como vidrio, cerámica, plástico, madera, aceite, agua, cartón, papel, etc.

- ✓ **Sensores Final de Carrera:** El final de carrera o sensor de contactor (también conocido como “interruptor de límite”) o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situado al final del recorrido de un elemento móvil.

## **ACTUADORES**

Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide).

### **Clasificación de los Actuadores**

Se clasifican en tres grandes grupos, según la energía que utilizan:

- ✓ **Neumáticos:** Los actuadores neumáticos el aire comprimido como fuente de energía y son muy indicados en el control de movimientos rápidos, pero de precisión limitada.
- ✓ **Hidráulicos:** Los motores hidráulicos son recomendables en los manipuladores que tienen una gran capacidad de carga, junto a una precisa regulación de velocidad.
- ✓ **Eléctricos:** Los motores eléctricos son los más utilizados, por su fácil y preciso control, así como por otras propiedades ventajosas que establece su funcionamiento, como consecuencia del empleo de la energía eléctrica.

## **SISTEMAS DE CONTROL**

El sistema de control es un grupo de elementos conectados físicamente entre ellos, capaz de dirigir sus acciones por sus propios medios, es decir sin intervención de agentes exteriores exceptuando el agente humano, pudiendo corregir los errores que se encuentran presentes en su funcionamiento.

### **Sistema de control de lazo abierto**

En este tipo de sistema el proceso solo actúa sobre la señal de entrada obteniendo como resultado la respectiva señal de salida la cual no se asemeja a la señal de entrada a pesar de ser basada en la primera. De tal forma que no es posible ajustar la acción de control ya que no hay retroalimentación. Este sistema tiene a caracterizarse por su sencillez y su concepto de fácil entendimiento.

## **Sistema de control de lazo cerrado**

Un sistema de control de lazo cerrado son aquellos que nos permite que la operación de control se encuentre de acuerdo a la señal de salida. Mediante el sistema de retroalimentación a partir del resultado final se ajustan cada una de las etapas de control produciendo así un circuito de lazo cerrado, el tipo de control en lazo cerrado se debe utilizar obligadamente cuando se tienen las siguientes situaciones:

- ✓ Cuando el agente humano no puede intervenir en el proceso.
- ✓ Cuando el hombre no puede manejar un sistema de producción a gran escala.
- ✓ Supervisar un proceso que es potencialmente peligroso y a que menor descuido ocasionado por cansancio o despiste del factor humano puede generar grandes daños.

Sus características son:

- ✓ Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- ✓ La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- ✓ Su propiedad de retroalimentación.
- ✓ Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

## **MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN**

### **Ladder**

También conocido como lenguaje en escalera, es un tipo de programación de modo gráfico que ha ido ganando terreno dentro de los PLC's puesto que el mismo se basa en esquemas eléctricos clásicos de control. A partir de esto todo técnico eléctrico se adaptará a este lenguaje de programación con un mínimo conocimiento de sistemas de control.

Su ventaja radica en que los símbolos que se utilizan están normalizados por las normas NEMA que las utilizan todos los fabricantes.

### **Grafcet**

Los principales fabricantes de autómatas entre los más representativos se encontraban Telemecanique y Aper.

Hoy en día es una herramienta muy útil cuando se trata de la automatización de procesos que por el hecho de ser secuenciales tiene un cierto grado de complejidad al utilizar los autómatas programables.

El Grafcet es un diagrama funcional capaz de describir cómo va evolucionando el proceso que se requiera automatizar. Se puede definir mediante elementos gráficos y reglas de evolución que son capaces de mostrar la dinámica del sistema y su comportamiento.

Todos los automatismos de tipo secuencial o concurrente se pueden formar en una serie de etapas y sub etapas de las mismas dentro de las cuales se realiza una serie de acciones, también se tiene una serie de transiciones que vienen a ser las condicionales que se deben cumplir para poder pasar de una etapa a otra. Los estados del sistema son representados por cada una de las etapas por las cuales está conformado.

Para representar una etapa se utiliza un cuadrado que en su interior lleva un número o símbolo para poder identificarlo pero las etapas iniciales son representadas siempre por un cuadrado de doble línea.

Siempre al recorrer el gráfico por alguno de los caminos posibles se debe alternar una etapa y una transición para las acciones que conllevan en cada etapa se representa con un rectángulo donde se pone el tipo de acción que se debe realizar, cada etapa puede tener varias acciones por lo que se debe poner cada una de ellas.

En cuanto a las líneas de evolución su orientación siempre será de arriba hacia abajo con la excepción de que se representen con una flecha que indica su dirección, en el caso de que existe cruce de las líneas de evolución de interpretarse que estas no se encuentran unidas.

Las transiciones se representan cada una de las condiciones lógicas necesarias para poder finalizar las acciones que tengan que ver con una etapa y se inicie la siguiente gráficamente se representan como una línea que se encuentra cruzada en las líneas de evolución.







### **Diagrama Causa-Efecto**

Según Niebel y Freivalds (2009), También conocido como Diagrama de Pescado es una herramienta ampliamente utilizada, la cual consiste en un método que permite definir el número de ocurrencias de un evento o problema no deseable, después identificar los factores que contribuyen a su conformación (Causas). Por lo general las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías principales, y cada una de las cuales se dividen en sub causas. El proceso continua hasta que se detecten todas las causas posibles, las cuales le deben incluir en una lista.

## Diagrama de Flujo de Proceso

Burgos (2009) lo define como la representación gráfica de la disposición de las operaciones, inspecciones, transporte, almacenes y demoras que se presentan durante el proceso productivo de la empresa. Este se coloca en un formato que identifica de *manera precisa la característica del proceso. El análisis del proceso se descompone en cinco (5) actividades: operación, inspección, transporte, almacenaje, demoras y actividades combinadas. En la figura N°2 se muestra la simbología utilizada en el diagrama de flujo de proceso.*

Figura N°2: Simbología del Diagrama de Flujo de Procesos

Símbolo	Significado
	Operación: Ocurre cuando se cambian intencionalmente las características físicas o químicas de un objeto; cuando dicho objeto es montado junto con otro, o es desmontado de otro objeto y cuando se arreglan o prepara para realizar otra actividad.
	Inspección: Tiene lugar cuando un objeto es encaminado para ser identificado o para verificar su conformidad de acuerdo a los estándares establecidos de calidad o cantidad.
	Transporte: Sucede cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dicho traslado forma parte de una operación o es realizado por el operario en un sitio de trabajo durante una operación o inspección.
	Almacenaje: Ocurre cuando un objeto se resguarda y protege contra un traslado no autorizado. Para que el objeto pueda ser sacado de este almacenaje, es necesaria una orden.
	Demora: Se origina cuando las condiciones, excepto aquellas que cambian intencionalmente las características físicas o químicas del material, no permite la inmediata realización de la siguiente acción planificada.
	Actividad Combinada: Para indicar actividades realizadas conjuntamente.

Fuente: Burgos, 2009

### **Tasa de interna de retorno (TIR)**

Según Altuve (2004). Es aquel valor relativo que iguala el valor actual de la corriente de ingresos con el valor actual de la corriente de egresos estimados. Es decir, este concepto envuelve criterios de matemáticas financieras al referirse a valores actuales, y criterios contables al mencionar o incluir corrientes de ingresos y egresos. Efectivamente, se trata de actualizar una corriente de ingresos (flujos netos esperados) al momento cero o inicial de la inversión, y compararla con el valor actual de una corriente de egresos (volumen de inversión en ese momento a una tasa  $K$  ó  $I$  denominada costo de capital o costo de oportunidad de la empresa, enmarcada en una estructura adecuada, previamente determinada.

Figura N°3: Tasa interna de retorno matemáticamente expresada

lo = Inversión total en el momento cero  
FFt= Flujos de fondos esperados desde el momento uno hasta el momento n  
Tenemos:  
$$lo = \sum_{t=1}^n \frac{FFt}{(1+i)^t}$$
  
Desarrollando  
$$lo = F1/(1+i)^1 + F2/(1+i)^2 + F3/(1+i)^3 + \dots + FFt/(1+i)^t$$

Fuente: Altuve, 2004

Es decir, si se parte de una estructura financiera y costo medio ponderado de capital adecuados, el proyecto de inversión en estudio, como mínimo, debe ser capaz de generar una rentabilidad igual a dicho costo, con la finalidad primordial de mantener invariable el valor total de la empresa. Ahora bien, todo proyecto debe generar una rentabilidad satisfactoria, aquella capaz de equilibrar el valor total de la empresa, en términos económicos y sociales.

### **Valor actual neto (VAN)**

Según Altuve (2004), es el modelo o método de mayor aceptación, y consiste en la actualización de los flujos netos de fondos a una tasa conocida y que no es más que el costo medio ponderado de capital, determinado sobre la base de los recursos financieros programados con antelación. Esto descansa en el criterio ya esbozado en anteriores

oportunidades; las decisiones de inversión deben aumentar el valor total de la empresa, como parte de una sana y productiva política administrativa. Algunos autores señalan que, en ciertos casos, es pertinente usar lo que se denomina la tasa de descuento, que no es otra cosa que la tasa que se usa en el mercado para determinar la factibilidad financiera de los proyectos de inversión.

Figura N°4: Valor actual neto matemáticamente expresada

VAN = Valor actual neto  
 FFt = Flujos esperados de fondos desde el momento cero hasta el momento t  
 K = Costo de capital o tasa de descuento  
 I<sub>0</sub> = Inversión inicial en el momento cero

Tenemos:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FFt}{(1+i)^t} - I_0$$

Fuente: Altuve, 2004

Como complemento del valor actual neto, se puede utilizar el Índice de rentabilidad, o relación beneficio-costos de un proyecto, el cual consiste en dividir el VPN entre el desembolso inicial o inversión inicial.

Figura N°5: Complemento del valor actual neto

IR = Índice de rentabilidad  
 VAN = Valor actual neto  
 I<sub>0</sub> = Inversión inicial

Tenemos:

$$IR = \frac{VAN}{I_0} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FFt}{(1+i)^t} - I_0}{I_0}$$

Fuente: Altuve, 2004

Si IR es igual o mayor que 1, la propuesta de inversión es aceptable. Tanto el VAN como el IR son modelos que se complementan.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

##### 3.1.1 Características generales de la empresa

DATOS DE LA EMPRESA			
Nombre de la empresa		Viveros Génesis S.A.C	
Av./Jr./Calle		Nro. S/N Cerco Quemado	
Distrito	Motupe	Ubicación	Zona Guayaquil
Provincia	Lambayeque	Departamento	Lambayeque
Actividades a realizarse		Cultivo de hortalizas y legumbres	
Fecha de inicio de actividades		04 de enero del 2008	
Gerente General		Huaman Mera Henry	
Teléfono	074 426823	Email	<a href="mailto:hhuaman@agrogenesis.com">hhuaman@agrogenesis.com</a>

##### 3.1.1.1 Marco Referencial

###### A. Historia de la empresa

Viveros Génesis se ha especializado en la producción de plántulas de hortalizas de exportación como espárrago, alcachofa, pimientos y ajíes de todo tipo, melones, tomates, sandías sin semilla, brócoli, berenjena entre otras. Contamos con 6 viveros distribuidos a lo largo del territorio peruano habiéndonos convertido en el líder nacional de producción de plántulas para las agroindustrias y numerosos agricultores nacionales que han preferido la calidad y oportunidad de nuestros servicios.

Una plántula (plantín) es el producto de una serie de procesos controlados que se realizan bajo condiciones de total bioseguridad en nuestros viveros. La siembra es mecanizada y los demás procesos están a cargo de ingenieros especialistas en nutrición y manejo fito sanitario. El sustrato que se utiliza en 100% es turba importada y los demás insumos (fertilizantes y pesticidas) son los de mayor calidad y menor inocuidad que tenemos en el mercado nacional.

La plántula que se logra tiene las características sobresalientes de precocidad, uniformidad de crecimiento, vigor de raíces y tallos, excelente sanidad y una aclimatación especial para reducir el estrés propio del trasplante a campo definitivo

Ésta ha sabido posicionarse en el mercado agrícola del Perú. Nos hemos especializado en la comercialización de semillas, para lo cual contamos con el respaldo de prestigiosas marcas líderes en el mundo, ocupando así una posición privilegiada en la industria de la agricultura.

Hemos adquirido el compromiso de apoyar decididamente el desarrollo económico y social de los agricultores, de las empresas agroexportadoras y los proveedores de frutas y hortalizas, beneficiando a todos los que integran la cadena productiva. Nuestro capital más importante son los clientes, con quienes establecemos alianzas eficaces para la mejora continua de sus procesos y los propios.

El dinamismo de nuestra empresa ha hecho que incursionemos en proyectos tales como la instalación de unidades de producción y desarrollo de plantines. Actualmente con 5 viveros y un huerto madre distribuidos estratégicamente en los puntos neurálgicos del desarrollo de la agricultura en el Perú, la empresa cuenta con una capacidad de producción de más de 600 millones de plantines al año.

Negocios tan diversos como el de Mercier Perú, plantones frutales o plantas nativas se integran, consolidando la visión de la empresa, con la promesa de satisfacer necesidades de exportación que el país exige.

La misión de nuestra empresa nos ha impulsado a un crecimiento vigoroso y sostenido. Es así que no conformes con ser líderes en comercialización de semillas y desarrollo de plántulas en viveros, también incursionamos en el moderno campo de la Biotecnología con la micropropagación de plántulas *in Vitro*; para lo cual, contamos con el Primer Laboratorio Comercial de cultivo *In Vitro* de Meristemas del Perú, donde bajo estrictas medidas de seguridad y asepsia, se realiza la producción de plántulas de distintos cultivos como el banano orgánico, la alcachofa, las fresas, las piñas, los arándanos, entre otros.

✓ Misión:

Contribuir a mejorar la calidad de vida de todos los actores que integran la cadena alimentaria en nuestro país, contando para tal fin con la introducción constante de semillas

con innovadores paquetes genéticos y de nueva tecnología para el desarrollo de prácticas agrícolas con altos estándares de calidad, sanidad e inocuidad.

✓ Visión:

Ser la empresa que marque el rumbo del sector agrario en el país, posicionándonos en la mente de todo agricultor como símbolo de calidad, innovación, garantía y responsabilidad social.

✓ Valores:

- Innovación y mejora continua.
- Espíritu empresarial.
- Responsabilidad social
- Honestidad
- Ética empresarial.
- Perseverancia

✓ Clientes:

- Esfiel top international business S.A
- Agrícola la chacra de Don Balto S.C.R.L
- Agrícola el Tablazo S.C.R.L
- Agrícola Juan Diego E.I.R.L
- Agrícola Inkaterra S.A.C
- AGRO Exportación Puma S.A.C
- ECOSAC Agrícola S.A.C.- VID
- Negociación Agrícola Yotita S.A
- INTIPA FOODS S.A.C
- Negociación Agrícola Jayanca S.A
- Agrícola Pura Vida S.A
- Sociedad Agraria Estanislao del Chimú S.A.C
- Navarro Fruits S.A.C
- Comercial Grapasa LTDA
- Silvia Janet Alfaro Valdivieso
- ECOACUICOLA S.A

**B. RUC:**

20517933318

**3.1.1.2. Estructura organizacional**

Administrador del vivero: Es el encargado del manejo de personal y de todo lo relacionado con la compra y venta de materiales e insumos.

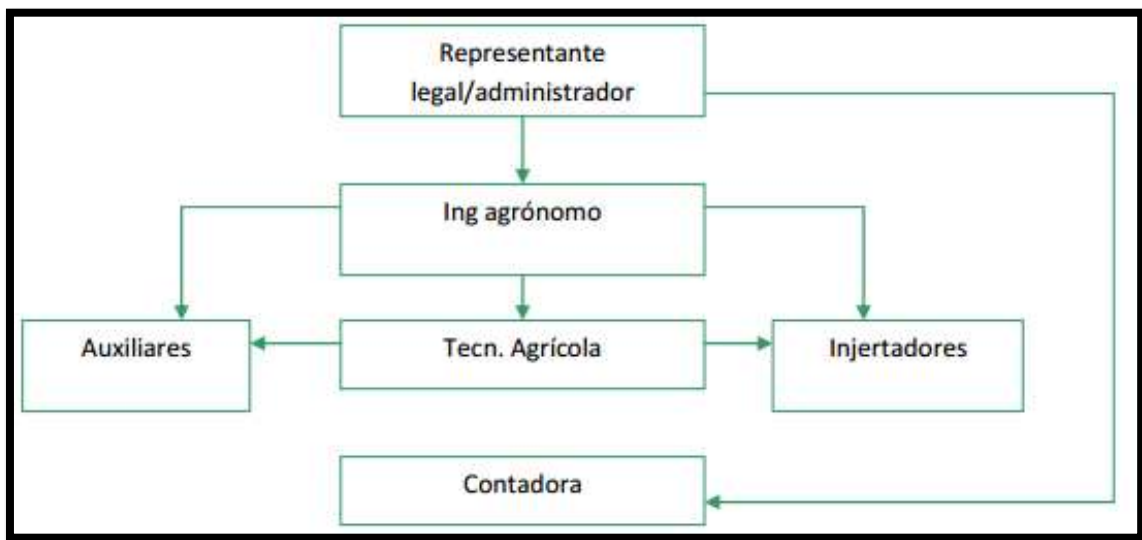
Ingeniero Agrónomo: Se encarga de elaborar los informes y entregarlos a sus superiores, igualmente hace las recomendaciones técnicas para el buen funcionamiento del vivero.

Contadora: Es la persona encargada de todo el manejo contable del vivero y de hacer todos los trámites ante cámara de comercio y sus superiores.

Injertadores: Encargados de injertar la semilla para la producción del material vegetal.

Auxiliares: Se encargan del mantener las instalaciones del vivero en un excelente estado.

Figura N° 6: Organización de la empresa “vivero Génesis S.A.C”



Fuente: Vivero Génesis S.A.

### 3.1.1.3. Productos que comercializa

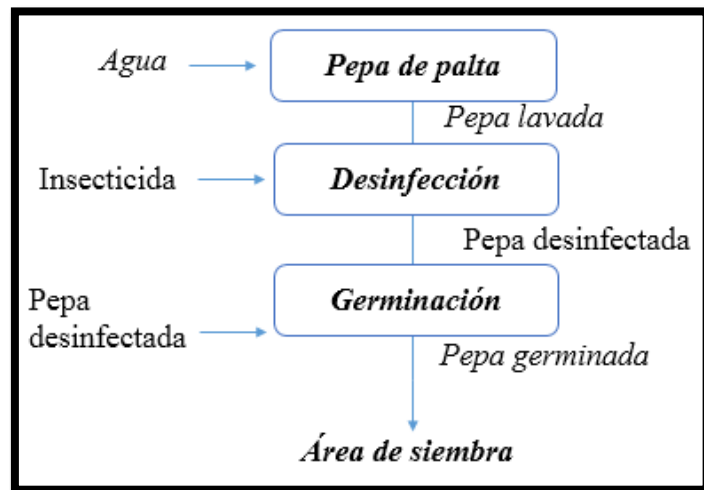
Cuadro N°1: Variedad de productos de comercialización del vivero Génesis S.A.C

PRODUCTOS					
Uva	Palta	Hortalizas			
Red Globe/Freedom	Hass/zutano	Acelga	Berengena morocha	Cebolla amarilla century	Espinaca bolero
Thomsom/Freedom	Hass/zifrin	Alcachofa green globe improved	Beterraga asgrow wonder	Cebolla amarilla goldeneye	Espinaca falcón
Sugraone/Freedom	Hass/dgania	Alcachofa imperial star	Beterraga early wonder tall top	Col platinum dynasty	Espinaca quinto
Red Globe/Dog Ridge		Ancho corcel	Brócoli domador	Coliflor cheddar	Guajillo fresnillo
Red Globe/Salt creek		Ancho vencedor	Brócoli heritage	Coliflor fremont	Jalapeño chapala
Crimson/salt creek		Ancho victorioso	Brócoli legacy	Coliflor white cloud	Jalapeño delicias
Crimson/harmony		Arveja alderman	Brócoli pirata	Esparragos atlas F1	Jalapeño perfecto
Sugraone/Salt creek		Arveja quantum	Brócoli tradition	Esparragos ida lea F1	Lechuga greak lakes 659
Arra15/freedom		Arveja tarma	Cayenne mesilla	esparragos UC-157	Lechuga grizzly
		Lechuga mi pacheco	Pepino market more	Pimiento tirano	Tomate xaman
		Lechuga mohawk	Pepino monarch	Sandía cooperstown	Zanahoria abledo
		Lechuga niner	Pepino thunder	Sandía olympia	Zanahoria abaco

		Lechuga sniper	Pepino thunderbird	Sandía santa amelia	Zapallo canesi
		Melón araucano	Pimiento aladdin	Sandía starbrite	Zapallo gold rush
		Melón destacado	Pimiento aristotle	Tomate adonis	Zapallo grey zucchini
		Papri King	Pimiento camelot	Tomate dominator	Zapallo sunny delight
		Papri queen	Pimiento candente	Tomate huichol	
		Paprika PS 9794	Pimiento mano de piedra	Tomate rio grande	

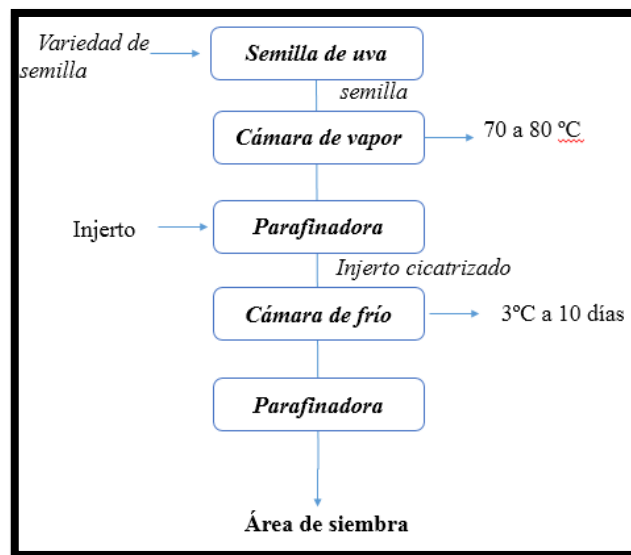
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 7: Diagrama de flujo de preparación de semilla de palta



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 8: Diagrama de flujo de preparación de semilla de vid



Fuente: Elaboración propia

### **3.1.2 Descripción del sistema productivo**

#### **3.1.2.1. Descripción del sistema de producción**

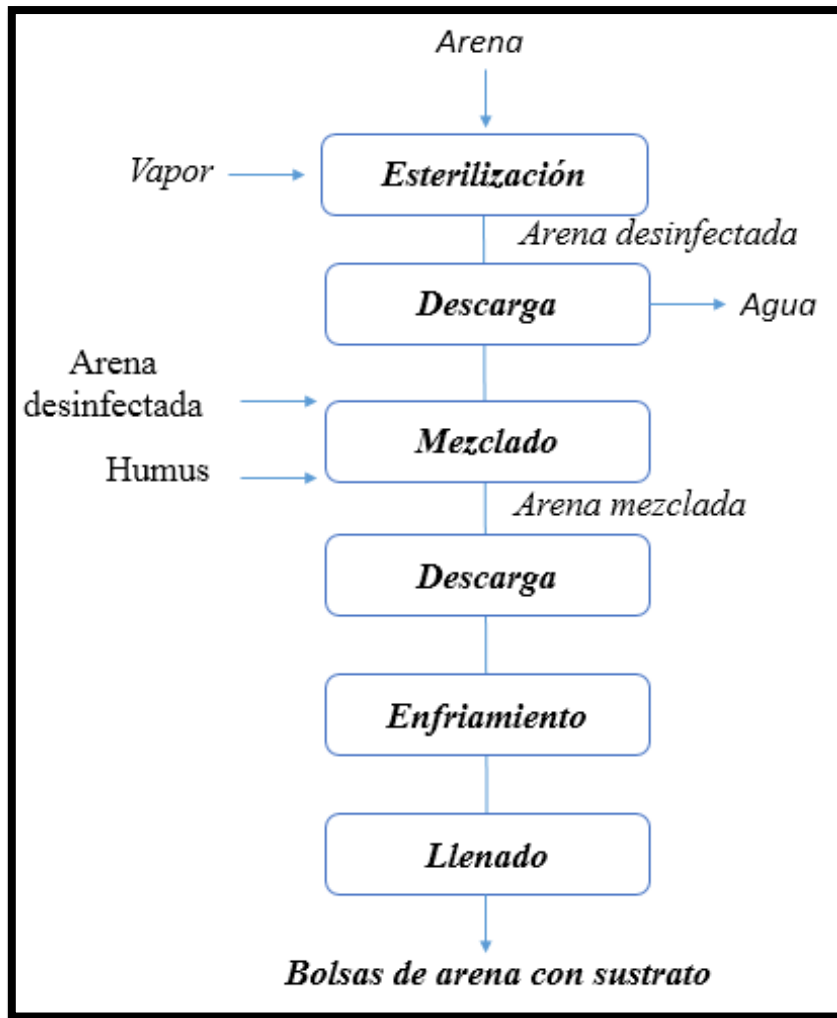
Para el cultivo de uvas y paltos se utiliza arena la cual tiene que ser esterilizada en noques o depósitos rectangulares que sirven para la esterilización que se hace mediante el vapor que genera de una caldera (caldera INTESA), estos noques son de 2,74 metros de largo por 60 centímetros de alto y 60 centímetros de ancho. Dado el diseño rectangular del noque, implica una pérdida de tiempo y esto hace que sea deficiente pues la cocción no se está logrando parejo, ya que la entrada de vapor es por debajo del noque y se va esterilizando por etapas es por ello la demora. Ya terminada la esterilización se empieza con la descarga la cual es riesgosa (la arena sale esterilizada a 90°C), pues es realizada por un operario, este sube al noque y con su herramienta (palana) empieza a llenar las carretillas buggy, que son destinadas al almacén para el enfriamiento.

La arena ya en temperatura ambiente se empieza con la mezcla, la cual es arena con humus, que es una sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos que provienen de una descomposición. Ésta mezcla se realiza con un trompo mezclador (para concreto) el cual se adapta para la operación. Para realizar esta operación se necesita de dos operarios que trabajan con palanas para la carga del material al trompo, al terminar el mezclado se descarga en carretillas buggy la cual es operada por una persona (se trabaja con tres carretillas buggy), las carretillas al ser repletas con el material mezclado se dirige a la zona de llenado, donde es descargada y de inmediato se empieza el llenado de bolsas de cultivo manualmente.

### 3.1.2.2. Diagrama de flujo de operaciones

De acuerdo a las operaciones que se ejercen en el proceso de esterilización de arena, se desarrolló un diagrama de flujo, que se apreciará a continuación en la figura N° 9

Figura N° 9: Diagrama de flujo de la esterilización de la mezcla de arena y sustrato

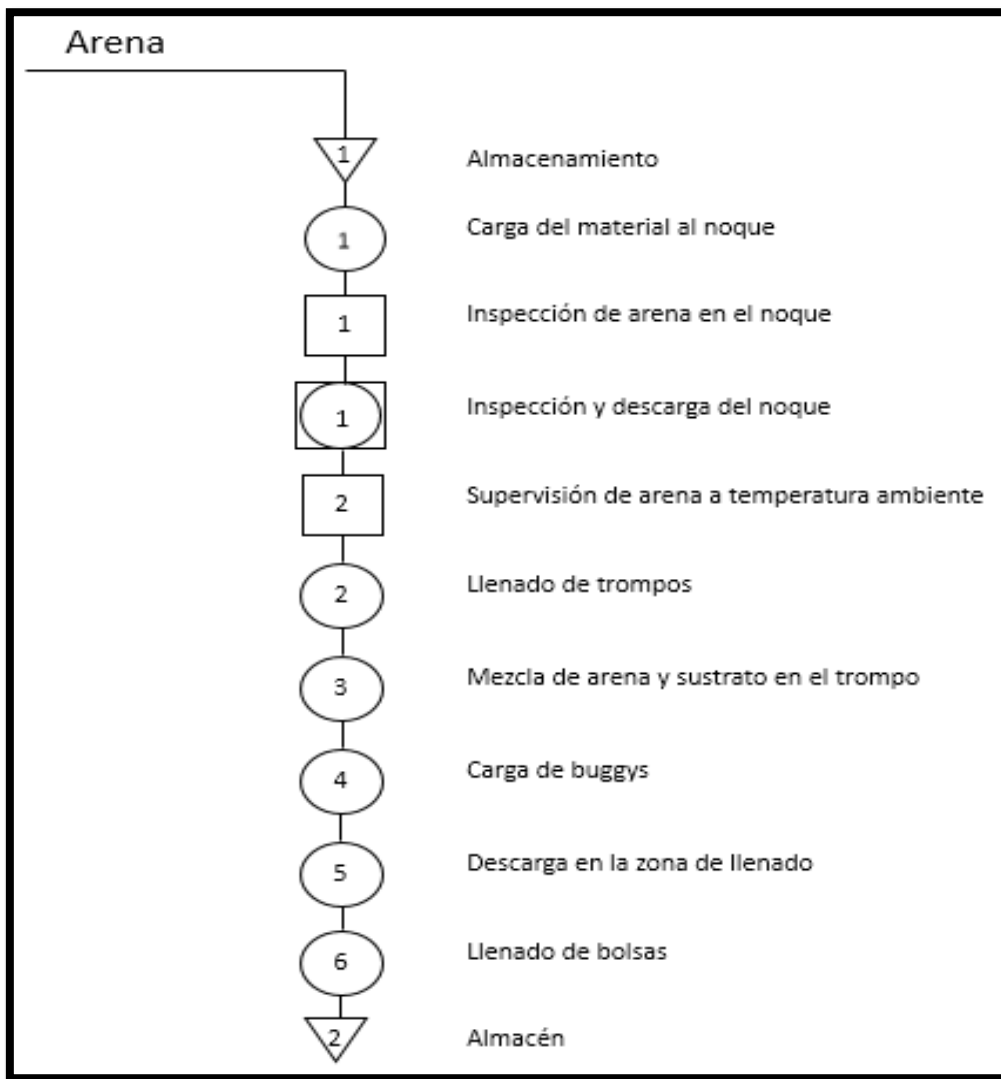


Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2.3. Diagrama de operaciones del proceso

De acuerdo a las operaciones que se ejercen en el proceso de esterilización de arena, se desarrolló un diagrama de operaciones del proceso, que se apreciará a continuación en la figura N°10.

Figura N° 10: Diagrama de operaciones del proceso

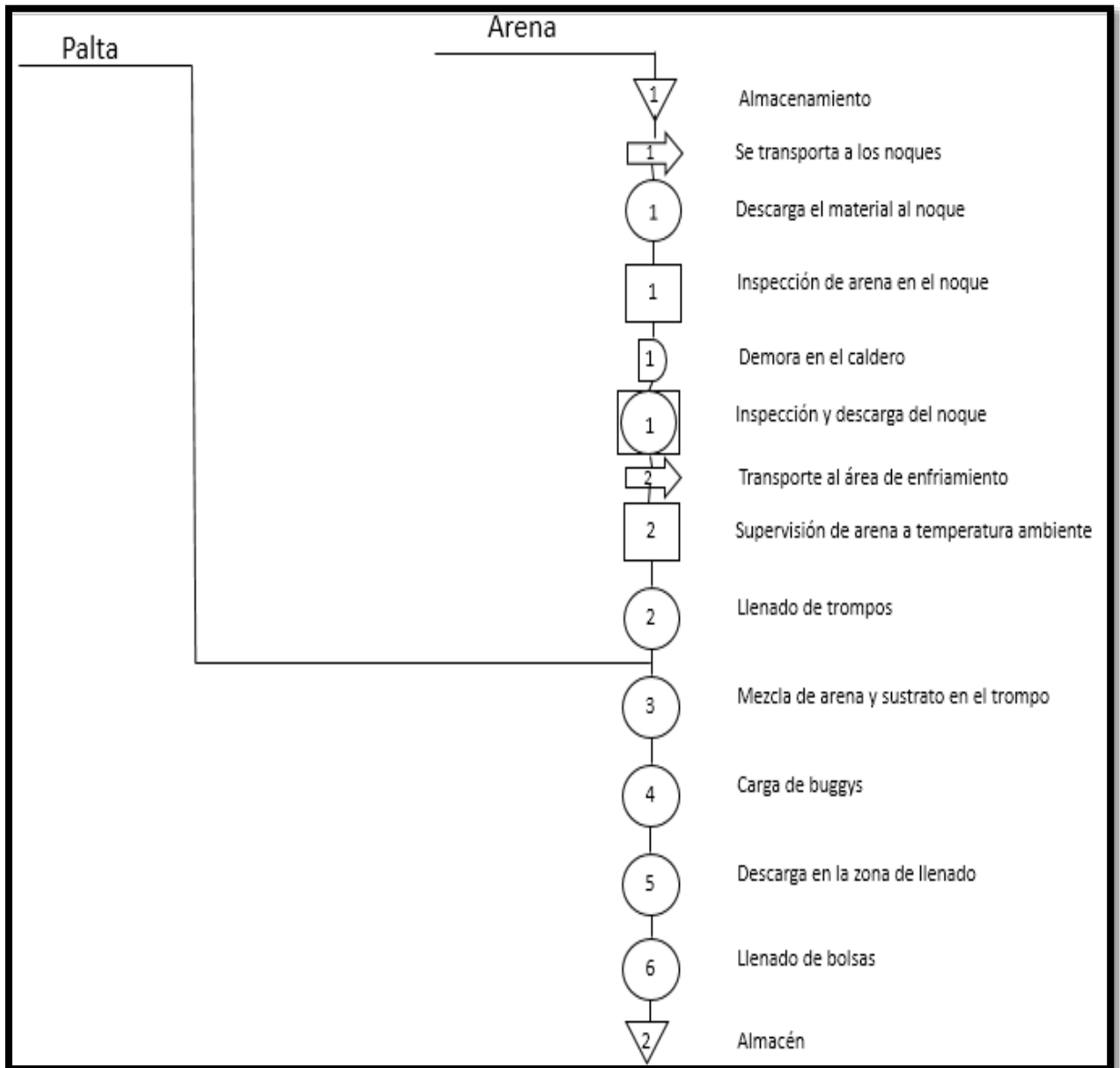


Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.2.4. Diagrama de análisis de procesos

Acorde a las operaciones que se realizan en el proceso de la arena y sustrato para el plantín de la palta, se desarrolló un diagrama de análisis de procesos, que se apreciará a continuación en la figura N°11.

Figura N° 11: Diagrama de análisis de procesos en la mezcla para el cultivo de palta

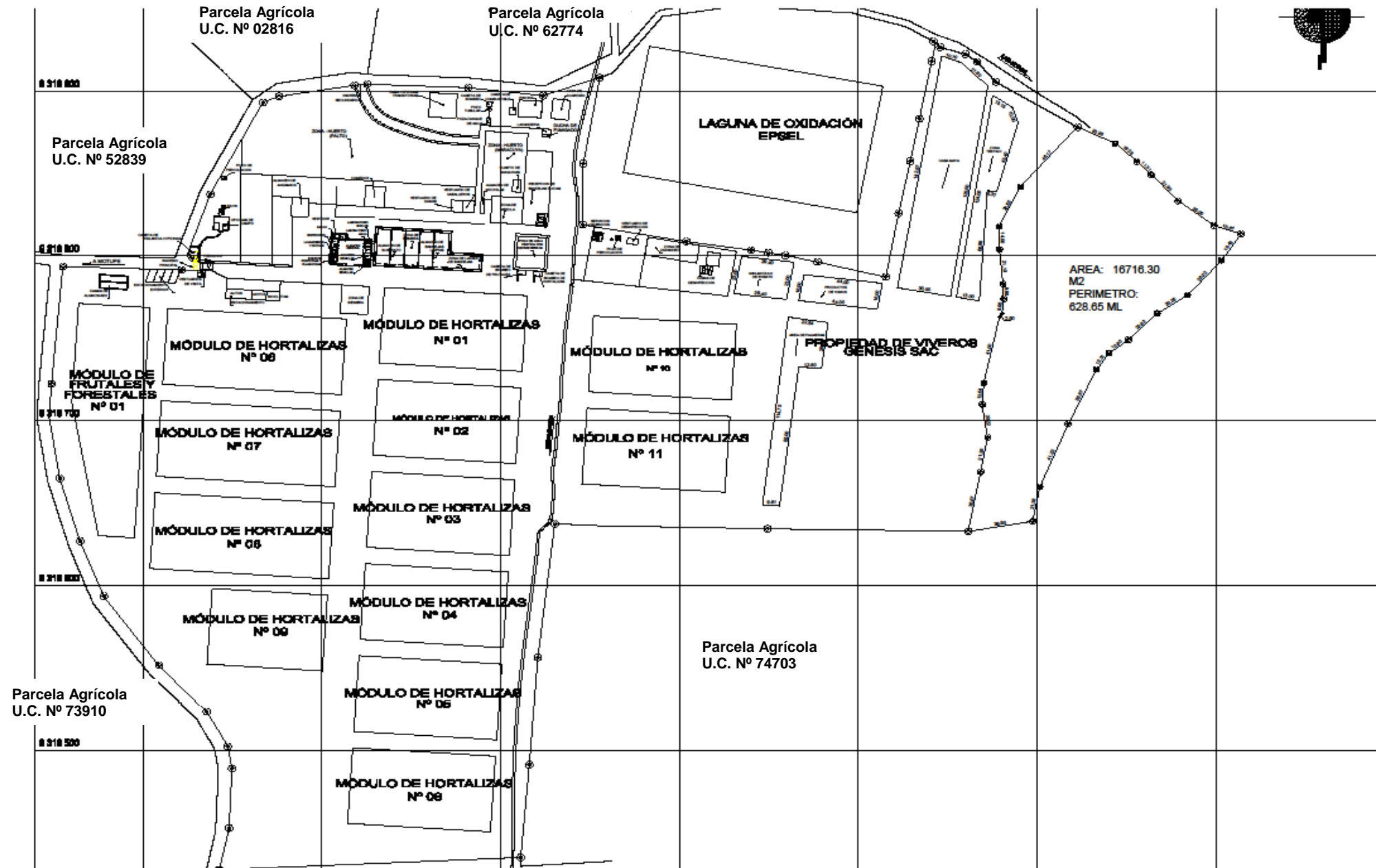


Fuente: Elaboración Propia



3.1.2.5. Plano General de la Empresa

Plano N°01: Plano general de Vivero Génesis

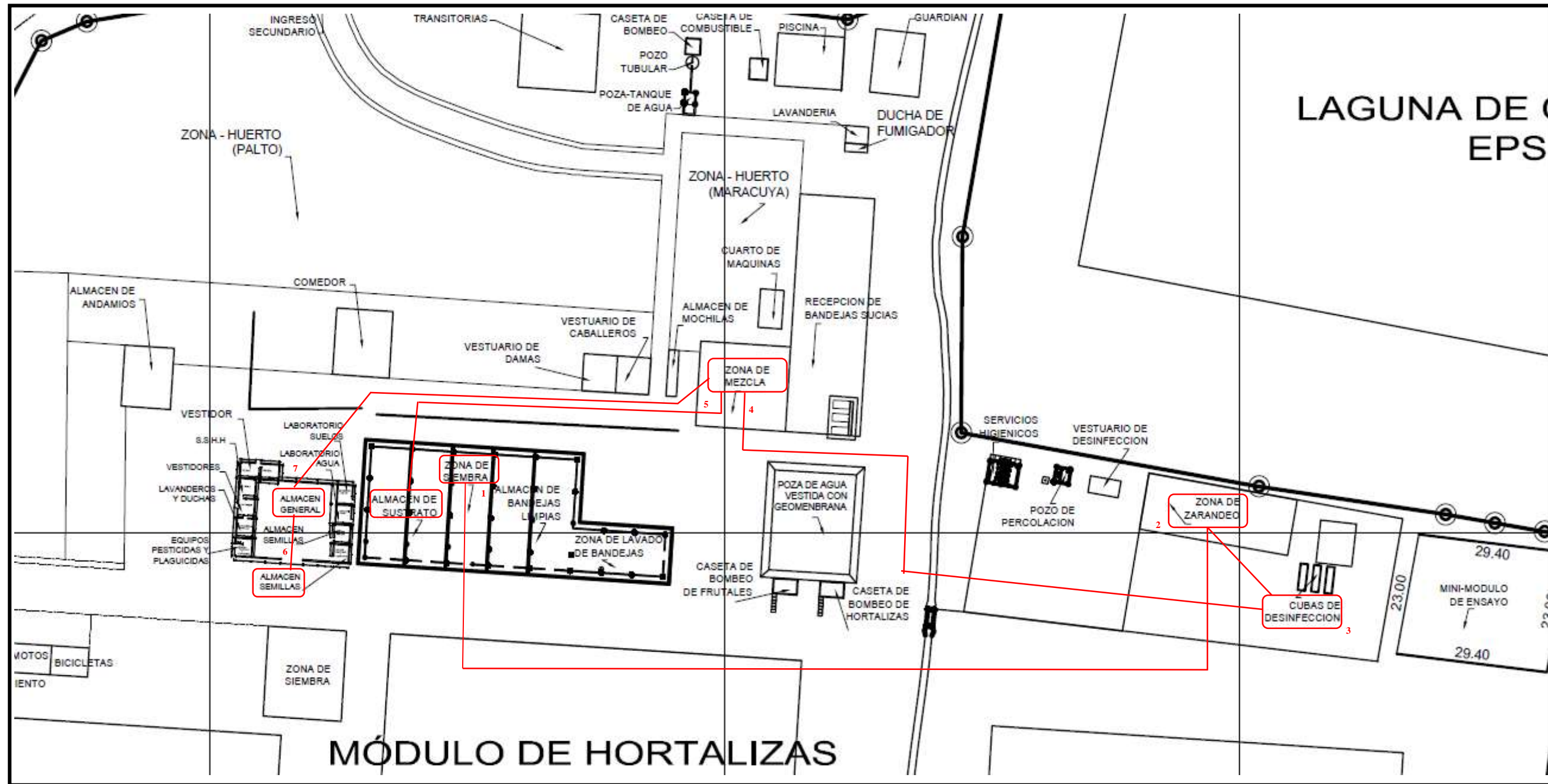


Fuente: Viveros Génesis S.A.C



3.1.2.7. Plano de diagrama de recorrido

Plano N°03: Plano de diagrama de recorrido



Fuente: Vivero Génesis S.A.

### 3.1.3 Indicadores de producción

#### 3.1.3.1. Indicadores de producción y productividad

Tabla N°01: Registro de contratos en la producción de vid

Cliente	Código	Fecha de contrato	Tipo de operación	Fecha siembra	Cultivo	Variedad	Plántulas listas	Fecha despacho aprox.	Toneladas de arena - sustrato
ESFIEL TOP INTERNATIONAL BUSINESS S.A.	086-14	06/03/2014	PRODUCCION	17/03/2014	Vid	Red Globe/Freedom	87935	15/06/2014	172,1
ESFIEL TOP INTERNATIONAL BUSINESS S.A.	086-14	06/03/2014	PRODUCCION	17/03/2014	Vid	Thomsom/Freedom	22191	15/06/2014	43,4
AGRICOLA LA CHACRA DE DON BALTO S.C.R.L.	142-14	07/04/2014	PRODUCCION	16/04/2014	Vid	Sugraone/Freedom	7200	15/07/2014	14,1
AGRICOLA EL TABLAZO SCRL	181-14	07/05/2014	PRODUCCION	07/05/2014	Vid	Red Globe / Dog Ridge	2500	05/08/2014	4,9
AGRICOLA JUAN DIEGO E.I.R.L.	182-14	07/05/2014	PRODUCCION	07/05/2014	Vid	Red Globe / Dog Ridge	2500	05/08/2014	4,9
AGRICOLA INKATERRA SAC	200-14	26/05/2014	PRODUCCION	26/05/2014	Vid	Sugraone/Freedom	40750	03/09/2014	79,7
AGRO EXPORTACION PUMA SAC	218-14	06/06/2014	PRODUCCION	10/06/2014	Vid	Red Globe/Salt Creek	33045	18/09/2014	64,7
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	246-14	03/07/2014	PRODUCCION	03/07/2014	Vid	Crimson/Salt Crek	7500	01/10/2014	14,7
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	247-14	03/07/2014	PRODUCCION	03/07/2014	Vid	Crimson/Harmony	800	11/10/2014	1,6
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	247-14	03/07/2014	PRODUCCION	03/07/2014	Vid	Sugraone/Salt Crek	2000	11/10/2014	3,9
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	247-14	03/07/2014	PRODUCCION	03/07/2014	Vid	Red Globe / Salt Crek	6400	11/10/2014	12,5
NEGOCIACION AGRICOLA YOTITA SA	267-14	22/07/2014	PRODUCCION	26/07/2014	Vid	Arra 15/Freedom	73600	03/11/2014	144
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	005-14	19/08/2014	PRODUCCION		Vid	Crimson/Salt Crek	16000		31,3
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	042-14	19/08/2014	PRODUCCION	03/08/2014	Vid	Crimson/Salt Crek	25000	01/09/2014	48,9
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	042-14	19/08/2014	PRODUCCION	03/08/2014	Vid	Sugraone/Salt Crek	34500	01/11/2014	67,5
ECOSAC AGRICOLA S.A.C. – VID	077-14	19/08/2014	PRODUCCION		Vid	Crimson/Salt Crek	12000		23,5
INTIPA FOODS SAC	289-14	25/08/2014	PRODUCCION	25/08/2014	Vid	Red Globe / Freedom	1350	15/11/2014	2,6

NEGOCIACION AGRICOLA JAYANCA S.A.	004-14	03/01/2014	VENTA		Vid	Arra 15/Freedom	3100	dos	6,1
AGRICOLA PURA VIDA S.A.	018-14	16/01/2014	VENTA		Vid	Arra 15/Freedom	5857	16/01/2014	11,5
SOCIEDAD AGRARIA ESTANISLAO DEL CHIMU S.A.C.	021-14	20/01/2014	VENTA		Vid	Red Globe / Freedom	5000	23/01/2014	9,8
AGRICOLA PURA VIDA S.A.	054-14	14/02/2014	VENTA		Vid	Arra 15/Freedom	350	14/02/2014	0,7
NAVARRO FRUITS SAC	057-14	17/02/2014	VENTA		Vid	Red Globe / Salt Crek	500	18/02/2014	0,9
COMERCIAL GRAPASA LTDA.	132-14	03/04/2014	VENTA		Vid	Arra 15/Freedom	16390		32,1
SILVIA JANET ALFARO VALDIVIESO	133-14	31/03/2014	VENTA	31/03/2014	Vid	Red Globe/Salt Creek	5778	29/06/2014	11,3
ECOACUICOLA S.A.	163-14	22/04/2014	VENTA		Vid	Red Globe / Salt Crek	200		0,4
AGRICOLA EL TABLAZO SCRL	217-14	05/06/2014	VENTA		Vid	Red Globe/Freedom	600	05/06/2014	1,2
NAVARRO FRUITS SAC	252-14	09/07/2014	VENTA		Vid	Red Globe / Freedom	2000	09/07/2014	3,9
OLA VERDE SAC	258-14	16/07/2014	VENTA		Vid	Red Globe / Freedom	4000	17/07/2014	7,8
NEOCAMPO S.A.C.	274-14	06/08/2014	VENTA		Vid	Red Globe / Salt Crek	10458		20,5
NEOCAMPO S.A.C.	274-14	06/08/2014	VENTA		Vid	Sugraone/Freedom	3780		7,4

Fuente: Viveros Génesis

En la tabla n°01 se detallan todos los contratos que se tienen en el año 2104 y también algunos contratos entregados que son del año 2013. Se precisa la fecha de pedido, la fecha de siembra y la fecha de despacho. También especifican el tipo de vid y los millares a cumplir (cada millar equivale a 1000 plantas). Siendo también un punto resaltante las toneladas de arena con sustrato que se utiliza para dicho cultivo.

A continuación presentaré la tabla N°2 la cual contiene el registro de producción por pedido de la plantación de palta.

Tabla N°02: Registro de contrato en la producción de palto

CLIENTE	CODIGO	FECHA DE CONTRATO	TIPO DE OPERACIÓN	FECHA SIEMBRA	CULTIVO	VARIEDAD	MILLARES DE PLANTULAS	FECHA DESPACHO APROX.	TONELADAS DE ARENA
CHIMU AGROPECUARIA S.A.	067-14	22/02/2014	VENTA		Palto	Hass / Zutano	1000	24/02/2014	13
INVERSIONES MOSQUETA S.A.C.	278-14	14/08/2014	SERVICIO	13/08/2014	Palto	Hass / Zutano	48000	16/03/2015	624
AGROKARU S.A.C.	294-14	29/08/2014	VENTA		Palto	Hass / Zifrin	50		0,7
AGROKARU S.A.C.	294-14	29/08/2014	VENTA		Palto	Hass / Dgania	150		2

Fuente: Viveros Génesis

En la tabla n°02 se detallan todos los contratos que se tienen en el año 2104 y también algunos contratos entregados que son del año 2013. Se precisa la fecha de pedido, la fecha de siembra y la fecha de despacho. También especifican el tipo de palto y los millares a cumplir (cada millar equivale a 1000 plantas). El detalle más importante es la cantidad de arena esterilizada que se utiliza para dicho cultivo.

En seguida se demuestra el registro de horas de trabajo laboral, exhibiendo en la tabla N°3 y N°4 demostrando la gran cantidad de horas extras utilizadas en la elaboración.

Tabla N°03: Registro de horas de trabajo por jornada

FECHA	JORNALES CARGA Y DESCARGA DE CUBAS	JORNALES MEZCLA	JORNALES PRODUCCION DE SUSTRATO	TOTAL DE HRS. TRABAJADAS POR DIA	FECHA	JORNALES CARGA Y DESCARGA DE CUBAS	JORNALES MEZCLA	JORNALES PRODUCCION DE SUSTRATO	TOTAL DE HRS. TRABAJADAS POR DIA	
06/03/014	4	4	8	8	01/04/014	4		8	10	
07/03/2014					02/04/2014					
08/03/2014					03/04/2014					
09/03/2014					04/04/2014					
10/03/2014					05/04/2014					
11/03/2014					06/04/2014					
12/03/2014					07/04/2014	4			10	
13/03/2014					08/04/2014					
14/03/2014					09/04/2014					
15/03/2014					10/04/2014					
16/03/2014					11/04/2014					
17/03/2014					12/04/2014					
18/03/2014					13/04/2014					
19/03/2014					14/04/2014	2	4			11
20/03/2014	15/04/2014									
21/03/2014	16/04/2014									

22/03/2014				17/04/2014		
23/03/2014				18/04/2014		
24/03/2014				19/04/2014	4	
25/03/2014				20/04/2014		
26/03/2014				21/04/2014		
27/03/2014				22/04/2014		
28/03/2014				23/04/2014		14
29/03/2014			8	24/04/2014	4	
30/03/2014				25/04/2014		
31/03/2014			8	26/04/2014	4	8
				27/04/2014		
				28/04/2014		
				29/04/2014		9
				30/04/2014		

Fuente: Viveros Génesis

Tabla N°04: Registro de horas de trabajo por jornada

FECHA	JORNALES CARGA Y DESCARGA DE CUBAS	JORNALES MEZCLA	JORNALES PRODUCCION DE SUSTRATO	TOTAL DE HRS. TRABAJADAS POR DIA	FECHA	JORNALES CARGA Y DESCARGA DE CUBAS	JORNALES MEZCLA	JORNALES PRODUCCION DE SUSTRATO	TOTAL DE HRS. TRABAJADAS POR DIA	
	4	4	8	8	01/07/014	4	5	9		
03/06/2014					02/07/2014					8
04/06/2014					03/07/2014					
05/06/2014					04/07/2014					
06/06/2014					05/07/2014					
07/06/2014					06/07/2014					
08/06/2014					07/07/2014					
09/06/2014					08/07/2014					
10/06/2014				09/07/2014						
11/06/2014				10/07/2014	11					
12/06/2014				11/07/2014						
13/06/2014				12/07/2014						
14/06/2014				13/07/2014						
15/06/2014				14/07/2014						
16/06/2014				15/07/2014						
17/06/2014				16/07/2014						
										9

18/06/2014					17/07/2014				
19/06/2014					18/07/2014				
20/06/2014					19/07/2014				
21/06/2014					20/07/2014				
22/06/2014					21/07/2014				
23/06/2014					22/07/2014				
24/06/2014					23/07/2014				
25/06/2014					24/07/2014				
26/06/2014					25/07/2014				
27/06/2014					26/07/2014				10
28/06/2014				10	27/07/2014				8
29/06/2014					28/07/2014				
30/06/2014				9	29/07/2014				
					30/07/2014				9
					31/07/2014				

Fuente: Viveros Génesis

En las tablas n°03 y n°04 observamos las horas de jornada de cada trabajador, lo cual demanda de horas extras para llevar un ritmo de avance tal que se cumpla con los contratos (el pago de la hora extra es 25% más de lo que se paga por hora). También se observa que se trabajan domingos y feriados, estos días tiene un pago doble.

Esto quiere decir que tienen muchas dificultades para cumplir con los contratos, pues tienen sobrecostos por jornales (horas extras y días no laborables). Aparte de esto existe un consumo mayor de combustible (se detallara en tabla n°08), ya que la caldera se mantiene trabajando (distribuyendo vapor) mientras se está llevando a cabo el llenado de las bolsas.

En seguida se muestra la tabla N°5 donde nos muestra el pago excesivo de horas extras.

Tabla n°05: Pagos de operario por trabajo de hora extras y días no laborables (en soles)

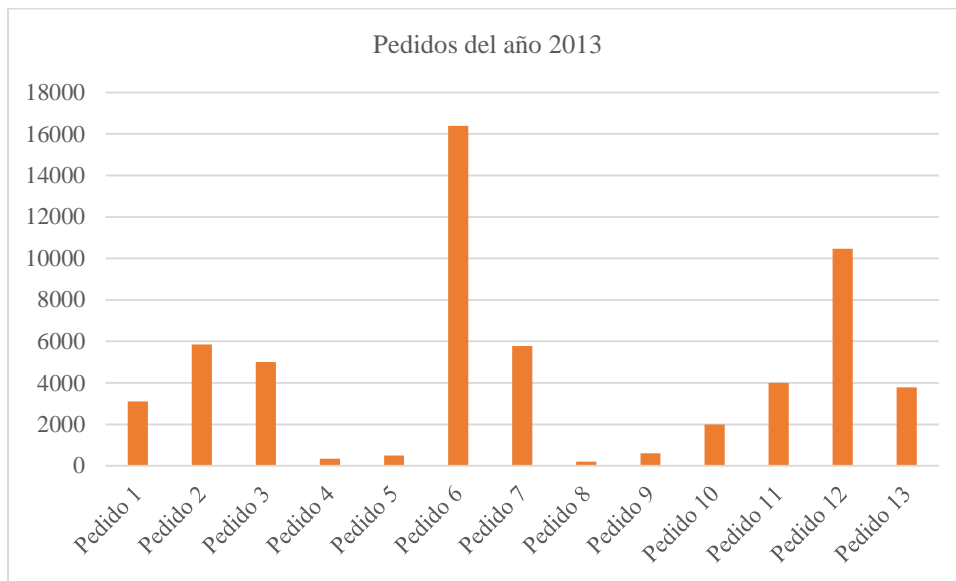
OPERARIO	TURNO (8H)	PAGO POR HORA	HORAS EXTRA	DIAS NO LABORABLES TRABAJADOS
1	29,3	3,7	4,6	58,6

Fuente: Vivero Génesis

En la tabla n°05 se detalla el pago extra que hace la empresa para poder cumplir con los contratos, cabe decir que la jornada de trabajo normal es de 8 horas, trabajando con 8 operarios y haciendo un pago de 234,4 soles diarios.

Por ejemplo tomando datos de la tabla n°03, hay días que se trabajan 14 horas, lo cual son 6 horas extras siendo un pago extra de 27,3 soles por trabajador (trabajan 8 operarios), estas 6 horas extras se realizan por 8 días seguidos, generando gastos en pago a los 8 operarios de 1766,4 soles por los 8 días.

Tabla N°06: Ventas realizadas



Fuente: Viveros Génesis

En el tabla n°06 se detallan todos pedidos del año 2013 entregados en el año 2014, especificando que el pedido 6 de la empresa COMERCIAL GRAPASA LTDA no ha generado el ingreso que se esperaba por la cantidad elevada de pedido, esto es debido a que se tuvo que hacer pagos adicionales (operarios y consumo de combustible) evitando un ingreso mayor.

Es por ello que a continuación en la table N°7 se mostrará el exceso de consumo de combustible en la caldera, generando gastos innecesario en la producción.

Tabla N°07: Registro de desinfección de sustrato

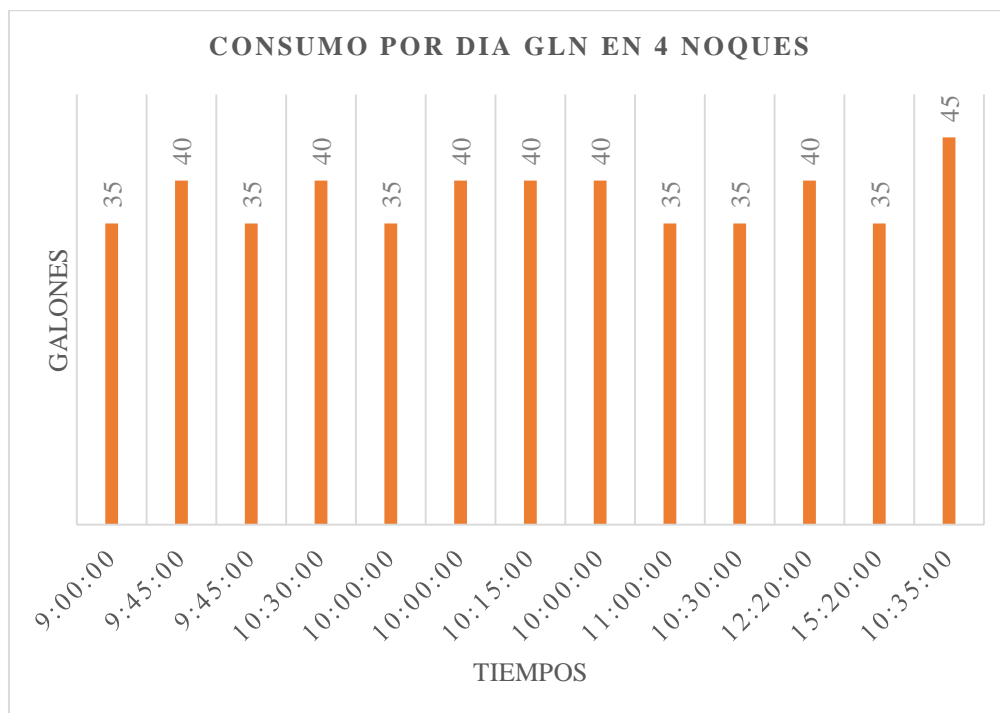
FECHA DE DESINFECCIÓN	ABASTECIMIENTO DE GLP	TIPO DE SUSTRATO	TIEMPO DE DESINFECCIÓN			CONSUMO DE GLP					CUBAS DESINFECTADAS			CANTIDAD M <sup>3</sup> DESINFECTADO	Llenado de bolsas diarias	Número de operarios	CODIGO DE SUSTRATO DESINFECTADO	OPERADOR		
			HORA INICIO DE TRATAMIENTO A VAPOR (90°C)	A	HORA FIN DE TRATAMIENTO A VAPOR (90°C)	P	TIEMPO DE DESESTERILIZACIÓN HORAS	% INICIAL	% FINAL	Consumo inicial En Gln	Consumo Final En Gln	consumo por día En Gln	Vid						palto	total
04.08.14		Arena	8:00:00	A M	17:00:00	P M	9:00:00	23	16	115	80	35	4		4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00021	Javier Barrios G.
05.08.14		Arena	8:00:00	A M	13:00:00	P M	5:00:00	16	13	80	65	15	2		2	5,48	1400	4	MOT/AR:PIN PO-00022	Javier Barrios G.
06.08.14	350 galón	Arena	8:00:00	A M	16:30:00	P M	8:30:00	84	79	420	395	25	3		3	8,22	2100	5	MOT/AR:PIN PO-00023	Javier Barrios G.
08.08.14		Arena	8:15:00	A M	18:00:00	P M	9:45:00	79	71	395	355	40	4		4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00024	Javier Barrios G.
09.08.14		Arena PALTO	8:15:00	A M	18:00:00	P M	9:45:00	71	64	355	320	35		4	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00025	Javier Barrios G.
11.08.14		Arena PALTO	8:00:00	A M	18:30:00	P M	10:30:00	64	56	320	280	40		4	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00026	Javier Barrios G.
12.08.14		Arena PALTO	8:00:00	A M	20:25:00	P M	12:25:00	56	46	280	230	50		5	5	13,7	3500	7	MOT/AR:PIN PO-00027	Javier Barrios G.
13.08.14		Arena	8:00:00	A M	18:00:00	P M	10:00:00	46	39	230	195	35	2	2	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00028	Javier Barrios G.
14.08.14		Arena	8:00:00	A M	18:00:00	P M	10:00:00	39	31	195	155	40	4		4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00029	Javier Barrios G.
15.08.14		Arena	8:15:00	A M	18:30:00	P M	10:15:00	31	23	155	115	40	2	2	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00030	Javier Barrios G.
16.08.14		Arena	8:00:00	A M	18:00:00	P M	10:00:00	23	15	115	75	40	4		4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00031	Javier Barrios G.
19.08.14	350galón	Arena	8:30:00	A M	19:30:00	P M	11:00:00	85	78	425	390	35		4	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00032	Javier Barrios G.

20.08.14		Arena	8:00:00	A M	24:00:00	A M	16:00:00	78	66	390	330	60	6	6	16,44	4200	7	MOT/AR:PIN PO-00033	Marlos Tantarico	
21.08.14		Arena	8:00:00	A M	18:30:00	P M	10:30:00	66	59	330	295	35	2	2	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00034	Marlos Tantarico
22.08.14		Arena	8:00:00	A M	24:00:00	A M	16:00:00	59	47	295	235	60	6	6	160,44	4200	7	MOT/AR:PIN PO-00035	Marlos Tantarico	
23.08.14		Arena	8:00:00	A M	24:00:00	A M	16:00:00	47	35	235	175	60	6	6	16,44	4200	7	MOT/AR:PIN PO-00036	Marlos Tantarico	
25.08.14		Arena	8:00:00	A M	24:00:00	A M	16:00:00	35	25	175	125	50	6	6	16,44	4200	7	MOT/AR:PIN PO-00037	Marlos Tantarico	
27.08.14		Arena	8:50:00	A M	22:30:00	A M	13:40:00	25	14	125	70	55	5	5	13,7	3500	7	MOT/AR:PIN PO-00038		
28.08.14	350 galón						0:00:00			0	0	0		0						
29.08.14		Arena	11:40:00	A M	24:00:00	A M	12:20:00	85	77	425	385	40	4	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00039	Marlos Tantarico	
30.08.14		Arena	8:40:00	A M	24:00:00	A M	15:20:00	77	70	385	350	35	4	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00040	Marlos Tantarico	
01.09.14		Arena	8:20:00	A M	18:55:00	A M	10:35:00	70	61	350	305	45	4	4	10,96	2800	6	MOT/AR:PIN PO-00041	Marlos Tantarico	

Fuente: "Vivero Génesis S.A.C

Se observa en la tabla n°07 en el proceso existe una demora en la cocción (3 horas), llevando consigo un consumo excesivo de combustible (GLP quinta generación) por la mala distribución de vapor (que se detallará en la tabla n°08).

Tabla N°08: Registro de desinfección diaria



Fuente: Viveros Génesis S.A.C

En el tabla n°08 tomamos como dato referencial el consumo normal de 35 galones para la esterilización de cuatro noques, y con un tiempo normal de 9 horas (2 horas 15 minutos por noque).

Como primera observación tenemos que existe un consumo mayor de 5 a 10 galones para la desinfección de cuatro noques, generando pérdidas de dinero para la empresa.

Y como segunda observación tenemos los tiempos, los cuales son un gran problema ya que sobrepasan las horas de jornada, y esto genera gastos en salarios puesto que concibe en pagar horas extras de trabajo.

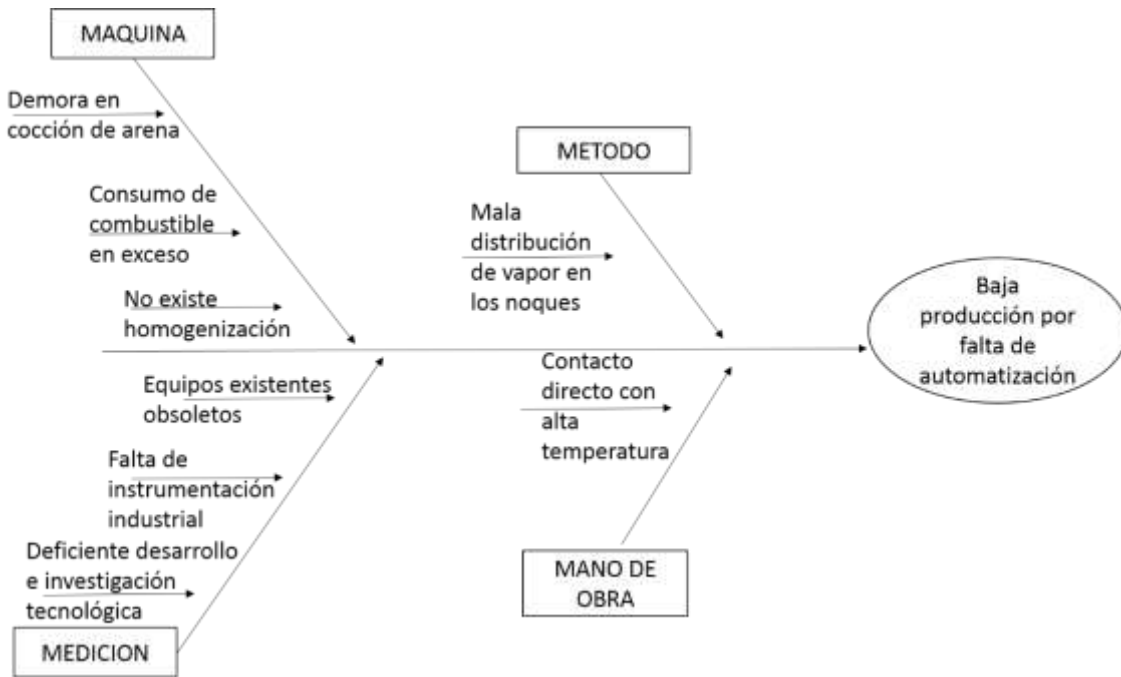
### 3.1.4 Indicación de problemas en el sistema de producción y sus causas.

Vivero Génesis S.A.C. es una empresa dedicada a la producción de plantas en base a estándares de calidad internacional, se ha especializado en la producción de plántulas de hortalizas de exportación como palto, vid, espárrago, alcachofa, pimientos y ajíes de todo

tipo, melones, tomates, sandias sin semilla, brócoli, berenjena entre otras. Tiene una línea de producción artesanal en la producción de palto y vid, que se ha visto afectada por el rendimiento no sostenido de sus operarios, en especial en el llenado de bolsas donde el rendimiento de producción es cada vez menor.

Se especificarán los problemas en un diagrama de causa-efecto (Diagrama Ishikawa):

Figura N° 13: Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Resumiendo, en el siguiente cuadro, se muestran las causas y sus impactos económicos diarios en la empresa.

Tabla N°9: Impacto económico en producción

Causa	Impacto económico (S/.)
Demora en cocción	1766,4
Falta de instrumentación industrial	124,3
Mala distribución de vapor en los noques	1890
<b>TOTAL:</b>	<b>3780,7</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5 Desarrollo de las causas

#### A) No existe homogenización

A continuación se detalla resultado de indicador.

$$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción proyectada}} \times 100$$

$$\frac{1000 \text{ plantines}}{1428 \text{ plantines}} \times 100 = 70\%$$

En el proceso de esterilización existe un 70% de homogenización. Esto nos lleva a tener pérdidas de materia prima de un 30%.

En el vivero Génesis la producción proyectada se determina dividiendo la cantidad que se va a procesar entre el peso de cada plantín.

Se determina por ejemplo en un proceso de plantines de palta que tiene como peso de 9 kilogramos con 100 gramos, se trabajó con 13 toneladas de las cuales se esperaban 1428 plantines. Entonces al finalizar la producción sólo se obtuvo una producción de 1000 plantines. (Véase en la tabla N°2)

El problema estuvo en que la mala esterilización no logro matar todas las bacterias, y esto no ayudo a la germinación de la plántula.

#### B) Falta de instrumentación Industrial

A continuación se detallará el desarrollo del indicador.

$$\frac{\text{Total de horas Artesanales}}{\text{Total de Horas de Producción}} \times 100$$

$$\frac{26,4 \text{ Horas}}{26,4 \text{ Horas} + 9 \text{ Horas}} \times 100 = 75\%$$

En todo el proceso para una producción de 2000 kilogramos se lleva un tiempo de 35 horas con 24 minutos, de los cuales 26 horas con 24 minutos son artesanales y 9 horas son industriales que es el tiempo de cocción.

### **C) Mala distribución de vapor en los noques**

En seguida se especificará el desarrollo del indicador.

$$\frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad } \textit{Proyectado}} \times 100$$

$$\frac{325 \text{ Kilogramos}}{500 \text{ Kilogramos}} \times 100 = 65\%$$

De acuerdo a diversas pruebas realizadas para identificar el límite de capacidad de distribución se llegó a ese indicador. En el vivero Génesis el sistema de esterilización está compuesto por una caldera y 4 noques. Estos noques trabajan al 100% de capacidad y esto genera pérdidas de materia prima debido a que el vapor no llega a cubrir por completo el noque, teniendo como resultado que una existe una cocción completa.

### **D) Demora en cocción**

En seguida se especificará el desarrollo del indicador.

$$\text{Tiempo Real de Cocción} - \text{Tiempo Proyectado de Cocción}$$

$$11 \text{ Horas} - 9 \text{ Horas} = 2 \text{ Horas}$$

La demora en cocción siempre existe y mayormente es entre 2 y 4 horas, aunque se han llegado a tener picos de hasta 6 horas. Se determina sabiendo que el tiempo proyectado es de 9 horas, el cual se le va a restar al tiempo real de cocción.

Todas las causas tienen relación en el problema que se da en la producción. Es decir la demora en cocción existe por la mala distribución de vapor saliente del caldero hacia los noques, por ende no existe una homogenización (una esterilización de la arena) debido a que el vapor se centra en la parte de bajo del noque y hasta llegar en todo el noque tarda mucho.

Existiendo también relación en la instrumentación industrial debido a que no existe una investigación tecnológica, teniendo métodos netamente artesanales. Y todos estos puntos se relacionan a una mala capacitación, visto exactamente en no conocer su indumentaria ni el modo de uso de esta, ni un buen manejo de sus herramientas de trabajo, estando expuestos a quemaduras graves ya que se trabaja a más de 90 °C.

Así mismo, en el siguiente cuadro, de muestran los indicadores a utilizar para posteriormente medir los resultados logrados.

Tabla N°10: Indicadores de la situación actual de producción

Causas	Indicador actual
Demora en cocción	De 2 a 4 horas de demora, generando exceso de consumo de combustible y también horas extras.
No existe homogenización	No existe una homogenización completa, hay probabilidad de hasta tener un 30% del bloque sin desinfectar
Falta de instrumentación industrial	75% son herramientas de construcción como palas, trompos para mezcla de cemento, carretillas, en otros
Mala distribución de vapor en los noques	Existe un 35% de mala distribución generando pérdidas de combustible y sobre todo no existe una cocción completa.

Fuente: Elaboración propia

### **Propuesta de solución:**

Para todos estos problemas detectados se propone diseñar un sistema automatizado para el mezclado de arena y sustrato para la mejora de la producción, con el fin de reducir el tiempo del cuello de botella el cual es la cocción de arena (caldero) y el ciclo de producción, optimizando el recurso humano y mejorando toda la producción.

## **3.2 PROPUESTA DE MEJORA DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL SISTEMA AUTOMATICO DE UNA MEZCLADORA CON ELEVADOR Y TOLVA DE LLENADO**

### **3.2.1 Propuesta del sistema automatizado.**

En la fase de diseño preliminar, se propone implementar una mezcladora, que es una tolva con un sinfín que ayuda a la mezcla de sustrato y arena. Con módulo de desinfección realizado mediante la generación de vapor, teniendo un sistema automatizado.

La mezcladora permite mezclar y desinfectar en muy poco tiempo cualquier tipo de sustrato y arena con una gran homogeneidad. La tolva está fabricada íntegramente en acero inoxidable para evitar corrosiones. Una vez realizada la mezcla, la tolva se vacía

automáticamente mediante una cinta transportadora fabricada con materiales resistentes a materiales agresivos como la arena para mantener un buen estado de conservación.

El módulo de desinfección y entrada de vapor sirve para generar la desinfección de arena mezclada con sustrato, se fabricará una línea entrada de vapor que será abastecida por la caldera. Este módulo de vapor estará comandado por un programador estableciendo tiempos de desinfección y entrada de vapor, logrando un consumo de GLP eficiente.

Con la faja transportadora, una vez realizada la mezcla y desinfección de la arena se activará y transportará para descargar el material a un depósito donde el material será enfriado utilizando un sistema de enfriamiento mediante un tambor y movimiento de material.

Al término del enfriamiento automáticamente, el producto cae a una tolva, ésta tiene una salida que es para el llenado de bolsa, el funcionamiento sería debido a la fuerza que cae el material la cual ayuda a la fácil fluidez del material (debido a la caída que tiene la tolva) para el llenado posterior.

El diseño a desarrollar estará compuesto por los siguientes equipos, piezas y accesorios:

<b>Diseño Eléctrico</b>	<b>Diseño Mecánico</b>
Módulo de desinfección y entrada de vapor	Tolva
Faja transportadora	Sinfín
Circuito de conexión	Zaranda
Válvula Solenoides ASCO de 2 vías (serie 8220)	Tubos de acero inoxidable
PLC Twido Suite	Pernos y soldadura
PT 100	

- Tolva de mezcla: La construcción de la tolva dependerá únicamente de acero inoxidable debido a que se trabaja a altas temperaturas, para esto evitar corrosiones. La tolva tendrá dimensiones de largo 1,68 metros y de ancho 1,75 metros. Con capacidad de peso 530 kg. A continuación en la figura N°14 se apreciará la tolva en 2D.

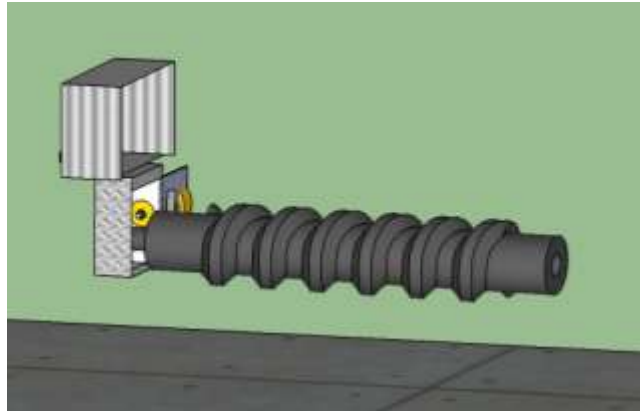
Figura N°14: Tolva para mezcla en 2D



Fuente: Elaboración propia

- Sinfín: Es un mecanismo de transmisión circular diseñado para transferir grandes esfuerzos. La fabricación del sinfín será diseñado en solidwork y por ende se construirá en una máquina CNC. A continuación en la figura N°15 se apreciará el sinfín en 2D.

Figura N°15: Sinfín para mezcla en 2D



Fuente: Elaboración propia

- Zaranda: La construcción de la zaranda se utilizará para la separación de partículas de la arena que se usara para la mezcla del sustrato. A continuación en la figura N°16 se apreciará la zaranda en 2D.

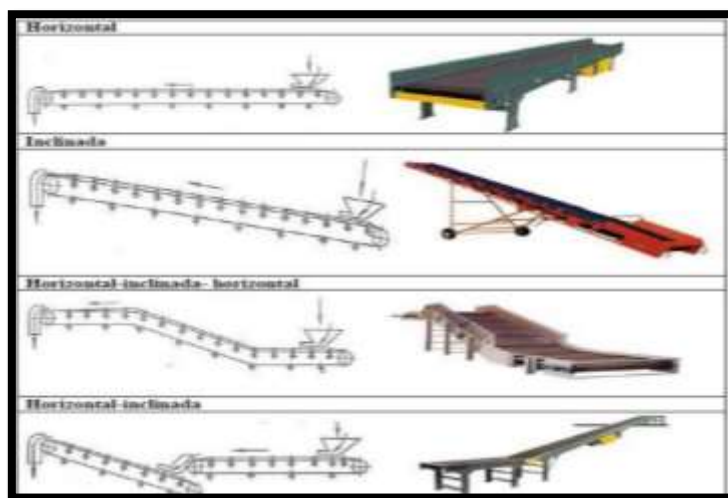
Figura N°16: Zaranda en 2D



Fuente: Elaboración propia

- Tubos de acero inoxidable: Se tendrá un uso para la distribución de vapor, es por ello que tienen que ser de acero inoxidable.
- Módulo de desinfección y entrada de vapor: Se fabricaría una línea de entrada de vapor que será abastecida por una caldera INTESA. Este módulo de vapor estará comandado por un programador estableciendo tiempos de desinfección y entrada de vapor, logrando un consumo de GLP eficiente.
- Faja transportadora: Contar con la banda transportadora dependerá del transporte de los materiales calientes que salen de la tolva de mezclado a la tolva de enfriamiento. Ésta tendrá una posición inclinada por ello se tomará en cuenta una banda de PVC que es esencial para el transporte inclinado. Tendrá 1,78 metros de larga, contará con un motor 1hp de fuerza y 3600 rpm de velocidad, debido a que se necesitará 0,87 HP y trabajará a 1341,24 rpm.

Figura N°17: Clasificación de las bandas dependiendo su posición



Fuente: Urrea, Omar (2014)

Figura N°18: Características de bandas industriales

Tipo	Cobertura superior					Impregnación Cobertura inferior			Características especiales	Temperatura en continuo (punto) del producto transportado	Tejidos		Espesor banda mm	Peso banda Kg/m <sup>2</sup>	a 20°C		Carga trabajo al 1% alargam. N/mm	Ancho fabric. mm
	Material	Dureza 55A	Color	Espeor mm	Acabado	Material	Color	Espeor mm			N° de hilos	Trama			Ø mm	Ø mm		
FEBOR 15NF	PVC	82	Negro 01	0.50	Mate	RC	Negro 00	0,10	S ⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Rígida	2.10	2.60	40	60	15	3000
FEBOR 19NF	PVC	82	Negro 01	0.90	Mate	RC	Negro 00	0,10	S ⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Rígida	2.50	3.00	40	60	17	3000
FEBOR 20NF	PVC	82	Negro 01	1.00	Mate	RC	Negro 00	0,10	S ⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Rígida	3.00	3.60	60	80	17	3000
FEBOR 21NF	PVC	82	Negro 01	0.90	Mate	RC	Negro 00	0,10	⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Flexible	2.70	3.30	55	75	20	3000
FEBOR 22FF	RC	-	Negro 00	0.10	Impregn.	RC	Negro 00	0,10	⊙ S ⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Rígida	2.40	2.85	60	60	14	3000
ASTER 15QF	PVC	55	Negro 02	1.70	Grabado Q	RC	Negro 00	0,10	S ⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Rígida	3.20	3.50	50	60	15	2-3000
ASTER 15G2F	PVC	55	Negro 02	3.70	Grabado G2	RC	Negro 00	0,10	S ⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Rígida	5.50	4.20	45	70	15	2000
ASTER 15W1F	PVC	65	Negro 02	6.00	Grabado W1	RC	Negro 00	0,10	S ⊕ W	-10(-15) + 80 (100)	2	Rígida	8.75	4.80	80	100	10	1250

Fuente: Urrea, Omar (2014)

Posteriormente se detallará la velocidad y la potencia del motor de la faja transportadora, la tolva tiene una capacidad máxima de 530 kg. Por el momento la tolva trabajará con 400 kg, en un tiempo de 10 minutos que demora la cocción y mezclado, del cual en ese mismo tiempo dependerá del traslado en la faja desde la tolva de mezcla a la tolva de enfriamiento. A continuación se demostrará la velocidad en la trabaja la faja.

$$\frac{400 \text{ Kg}}{10 \text{ Min}} = 40 \text{ kg/min}$$

$$V = 40 \text{ kg/min} \times 1,78 \text{ m} = 71,2 \text{ m/min}$$

$$\text{Velocidad} = 71,2 \text{ m/min} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 4,272 \text{ km/h}$$

Para el cálculo de la unidad motriz del transportador (potencia necesaria para mover la carga y el cálculo del motorreductor), tomando en cuenta el coeficiente de fricción dado por el tipo de faja y transportador a utilizar obtenido de la figura N°18.

Figura N°19: Formula para hallar potencia del motor

$$HP = \frac{(W + w)(f)(s)}{33000}$$

Fuente: Urrea, Oscar (2014)

W= Peso de carga

w = Peso de faja transportadora

f = Coeficiente de fricción

s = Velocidad

Antes de empezar a desarrollar la fórmula para encontrar la potencia del motor, es necesario realizar algunas conversiones.

$$71,2 \text{ m/min} \times \frac{3,28084 \text{ pie}}{1 \text{ m}} = 233,6 \text{ pie/min}$$

$$40 \text{ kg} = 88 \text{ Lb}$$

En seguida el desarrollo para encontrar la potencia del motor.

$$HP = \frac{(88+220)(0,4)(233,6)}{33000} = 0,87 \text{ Hp}$$

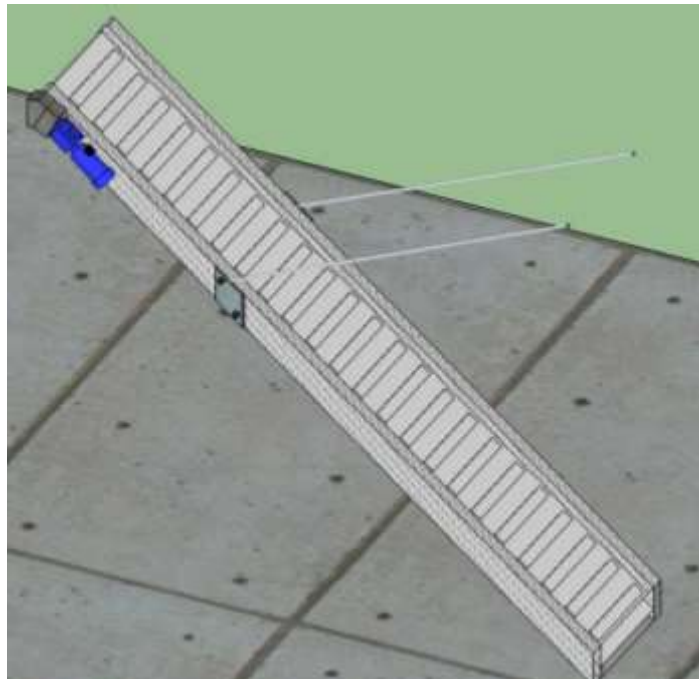
Por último se detalla la fórmula para hallar la velocidad que debe trabajar el motor, en este caso las revoluciones por minuto

$$Vl = \frac{2 n\pi r}{12}$$

$$N = \frac{12 Vl}{2\pi r} = \frac{12(233,6 \frac{\text{pies}}{\text{min}})}{2\pi(0,333 \text{ pies})} = \frac{2803,2}{2,09} = 1341,24 \text{ Rpm}$$

Después de determinar la potencia y velocidad del motor, en figura N°20 se mostrará la faja transportadora en 2D.

Figura N°20: Faja transportadora en 2D.



Fuente: Elaboración propia

- Tolva de enfriamiento: La construcción de la tolva de enfriamiento dependerá únicamente de acero inoxidable debido a que se trabaja a altas temperaturas, para esto evitar corrosiones. De la que sólo soportará por minutos debido a que tendrá un sistema de enfriamiento. La tolva tendrá dimensiones de largo 1,81 metros y de ancho 0,80 metros. Contará con una caída cónica para la ayuda del llenado de bolsas.

Figura N°21: Tolva de enfriamiento en 2D



Fuente: Elaboración propia

- Circuito de conexión: Depende de un módulo de control, el cual representa al sistema de fuerza. Anexo N°8.
- Válvula solenoides ASCO de 2 vías (serie 8220): Cuenta con una entrada y una salida que son utilizadas permitir o interrumpir el paso de fluidos. Tiene un uso para vapor, tamaño 1", rosca NPT, orificio de 1", normalmente cerrada, 125 PSI, cuerpo de bronce, asientos de EPDM, bobina de 120 volts CA, grado de protección Nema 4X.

Figura N°22: Válvula solenoide 2 vías (serie 8220)



Fuente: Edwin, J. Ortega (2008).

- PLC Twido Suite: Es un software de programación diseñado para asistirlo al desarrollar proyectos que utilizan controladores Twido, este software se utilizará para la programación del sistema de mando para el desarrollo del proceso. Véase en la imagen N°8.
- Sensor de temperatura PT100 (MBT5252): Es un sensor de temperatura, que basa su funcionamiento en la variación de resistencia a cambios de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

Figura N°23: Sensor de temperatura PT100 (MBT5252)



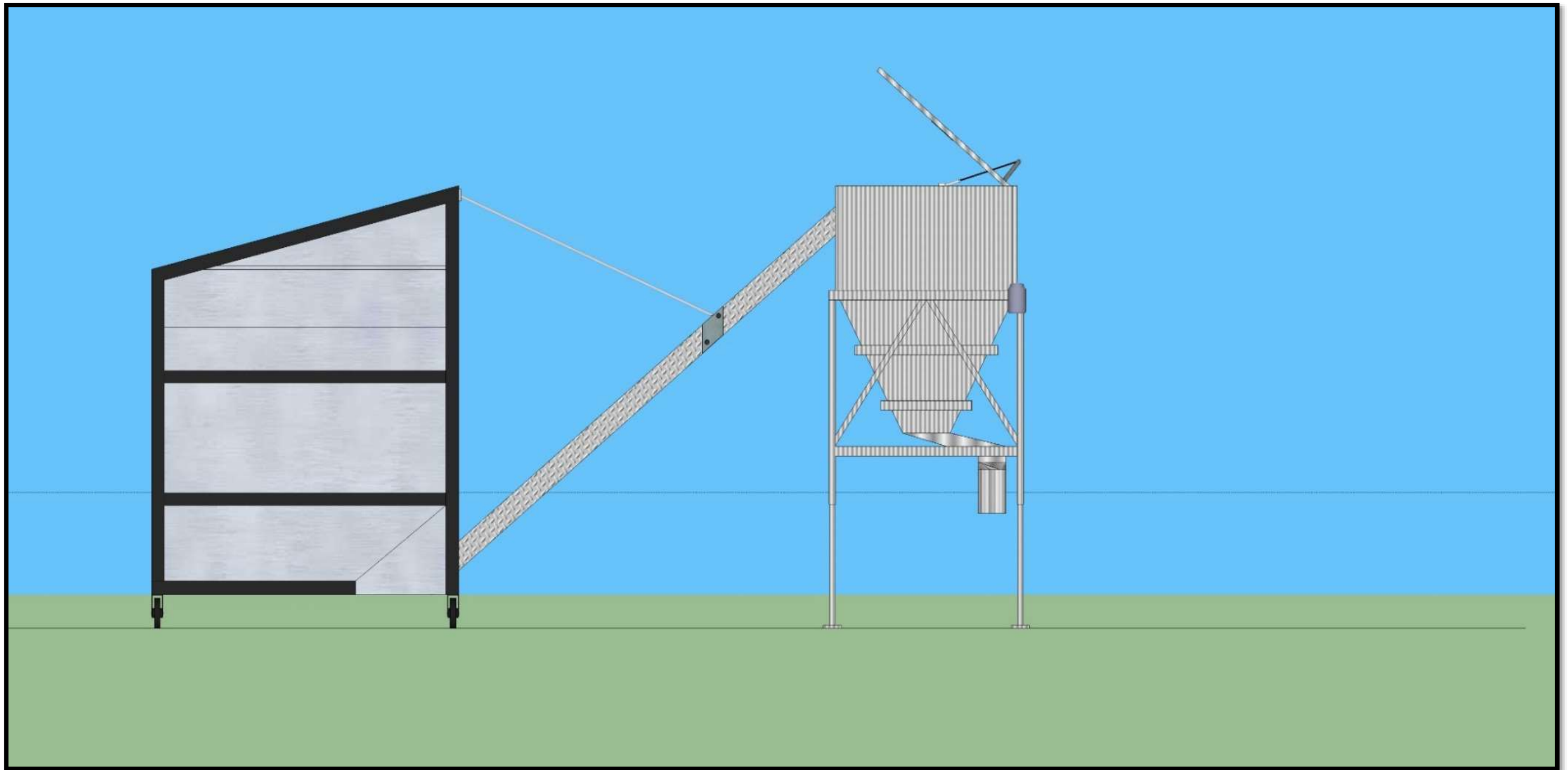
Fuente: Edwin, J. Ortega (2008).

### 3.3 ELABORAR EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN Y LLENADO, SIMULANDO PARA EVALUAR LAS MEJORAS PROPUESTAS

#### 3.3.1. Diseño 2D de la mezcladora de arena con sustrato.

##### 3.3.1.1. Diseño de la mezcladora en vista de elevación lateral derecha.

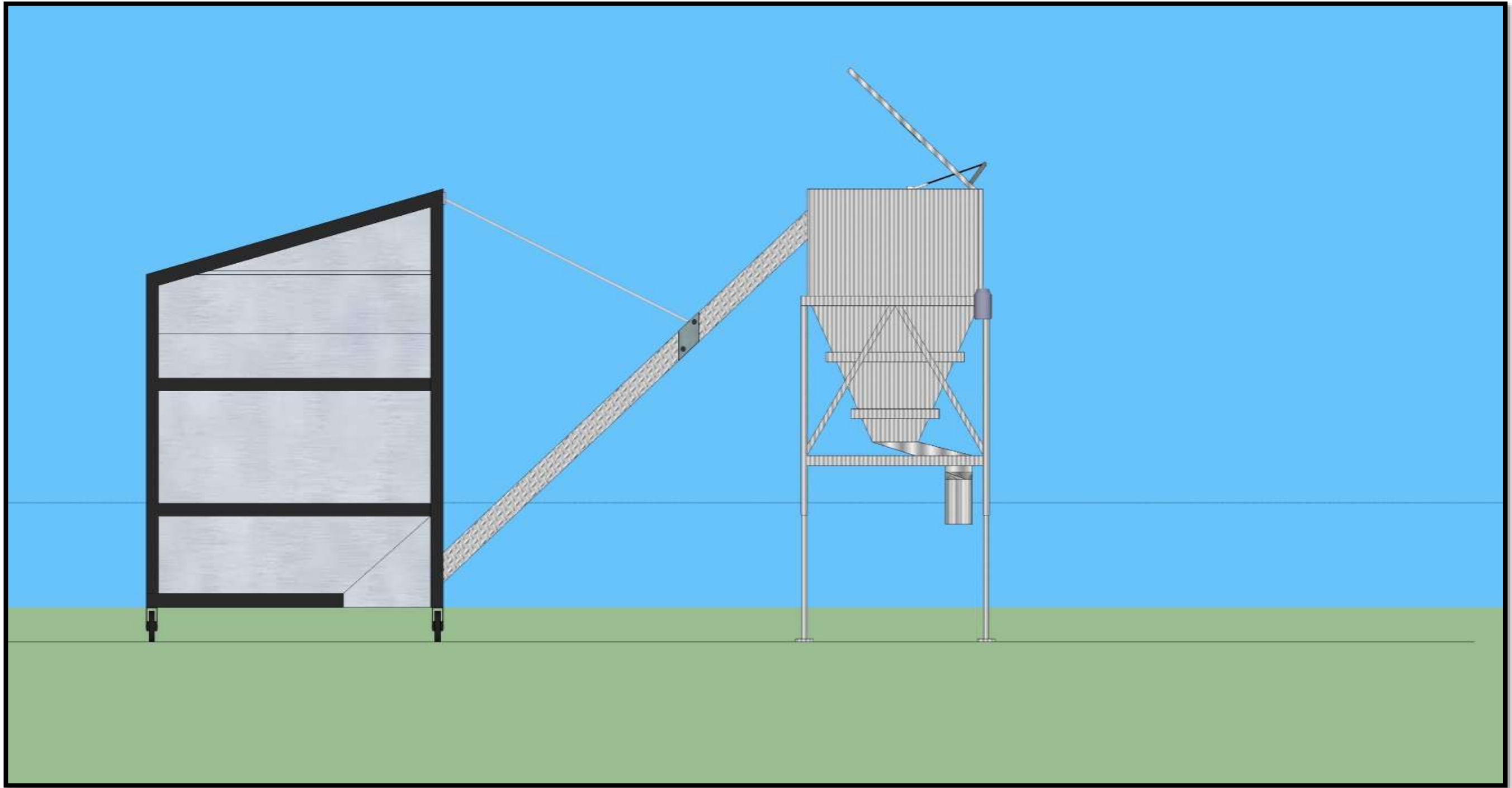
Dibujo N°01: Mezcladora en vista de elevación lateral derecha



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2. Diseño de la mezcladora en vista de elevación lateral izquierda.

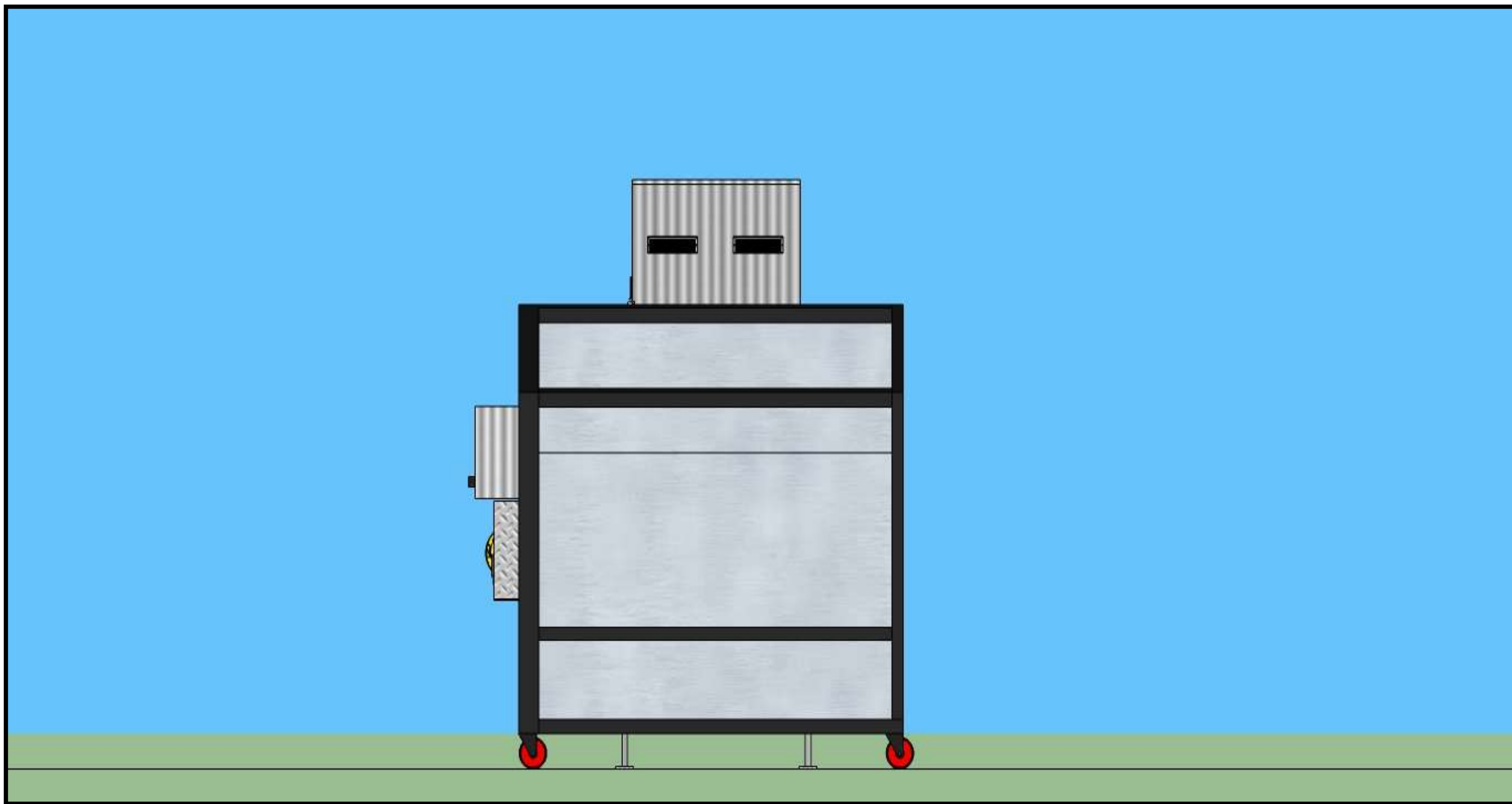
Dibujo N°02: Mezcladora en vista de elevación lateral izquierda



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3. Diseño de la mezcladora en vista de elevación frontal.

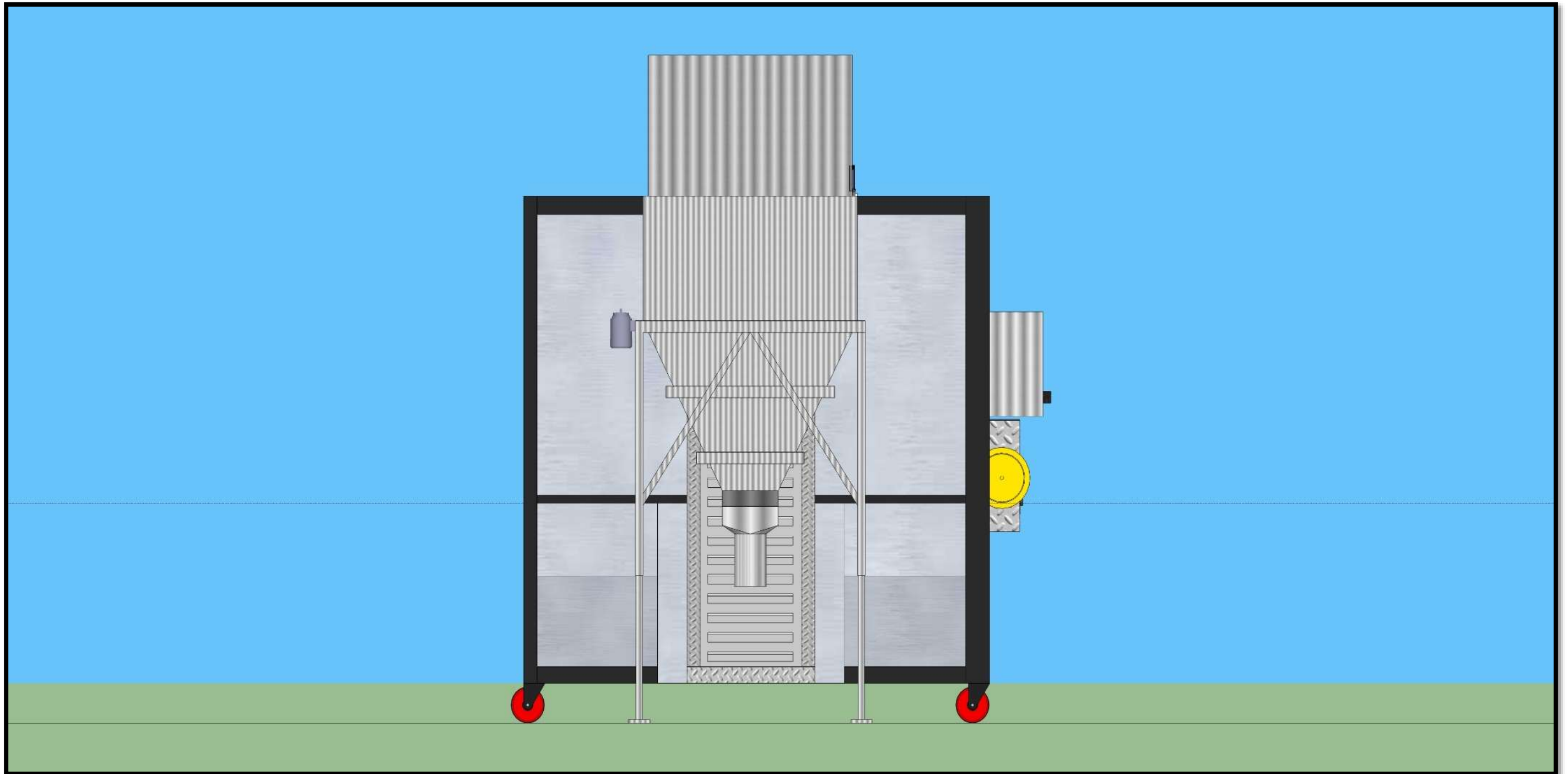
Dibujo N°03: Mezcladora en vista de elevación frontal



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.4. Diseño de la mezcladora en vista de elevación posterior.

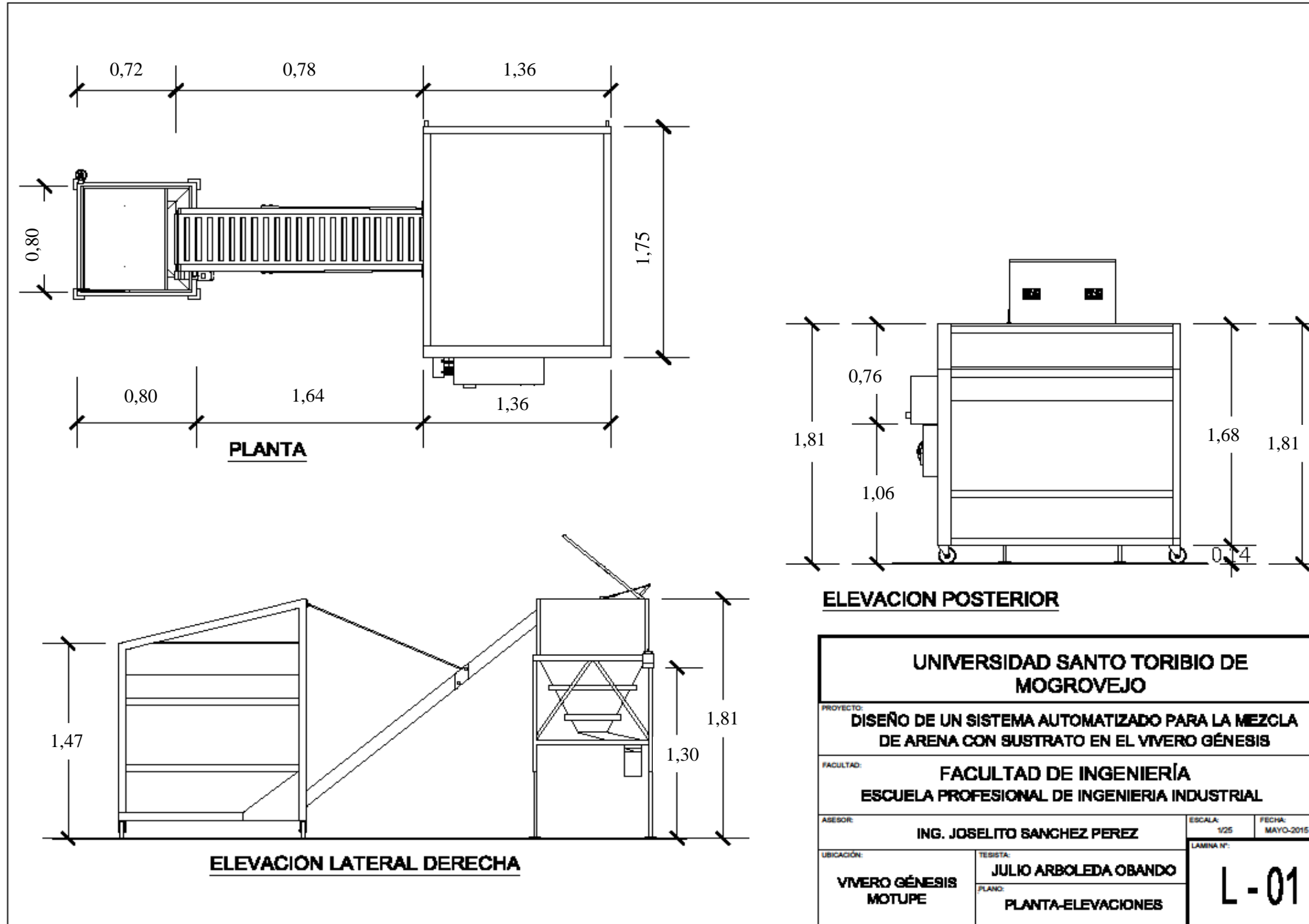
Dibujo N° 04: Mezcladora en vista de elevación posterior



Fuente: Elaboración propia

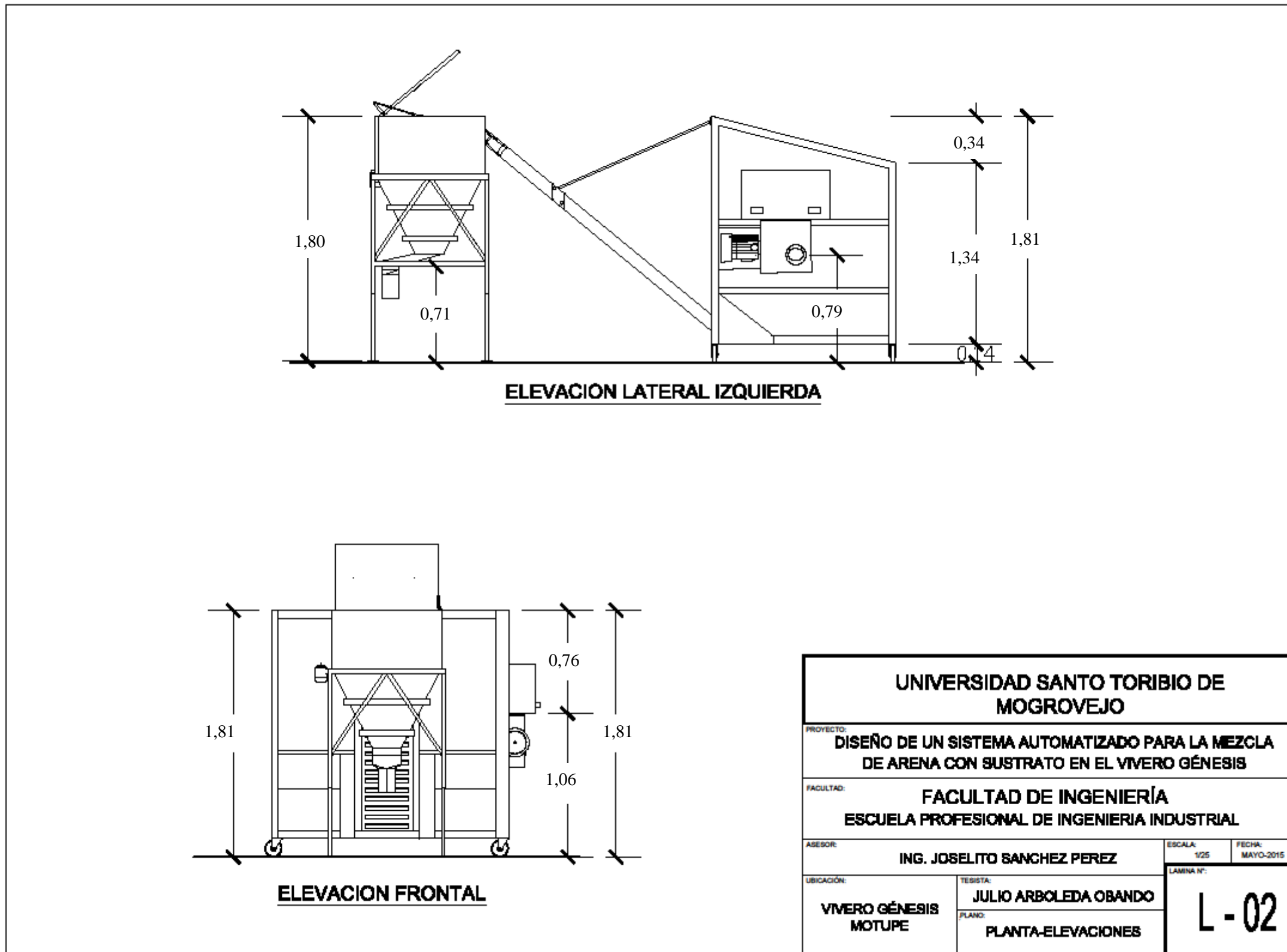
3.3.2. Planos de la mezcladora de arena con sustrato.

Plano N°04: Plano de la mezcladora de arena con sustrato



Fuente: Elaboración propia

Plano N°05: Plano de la mezcladora de arena con sustrato

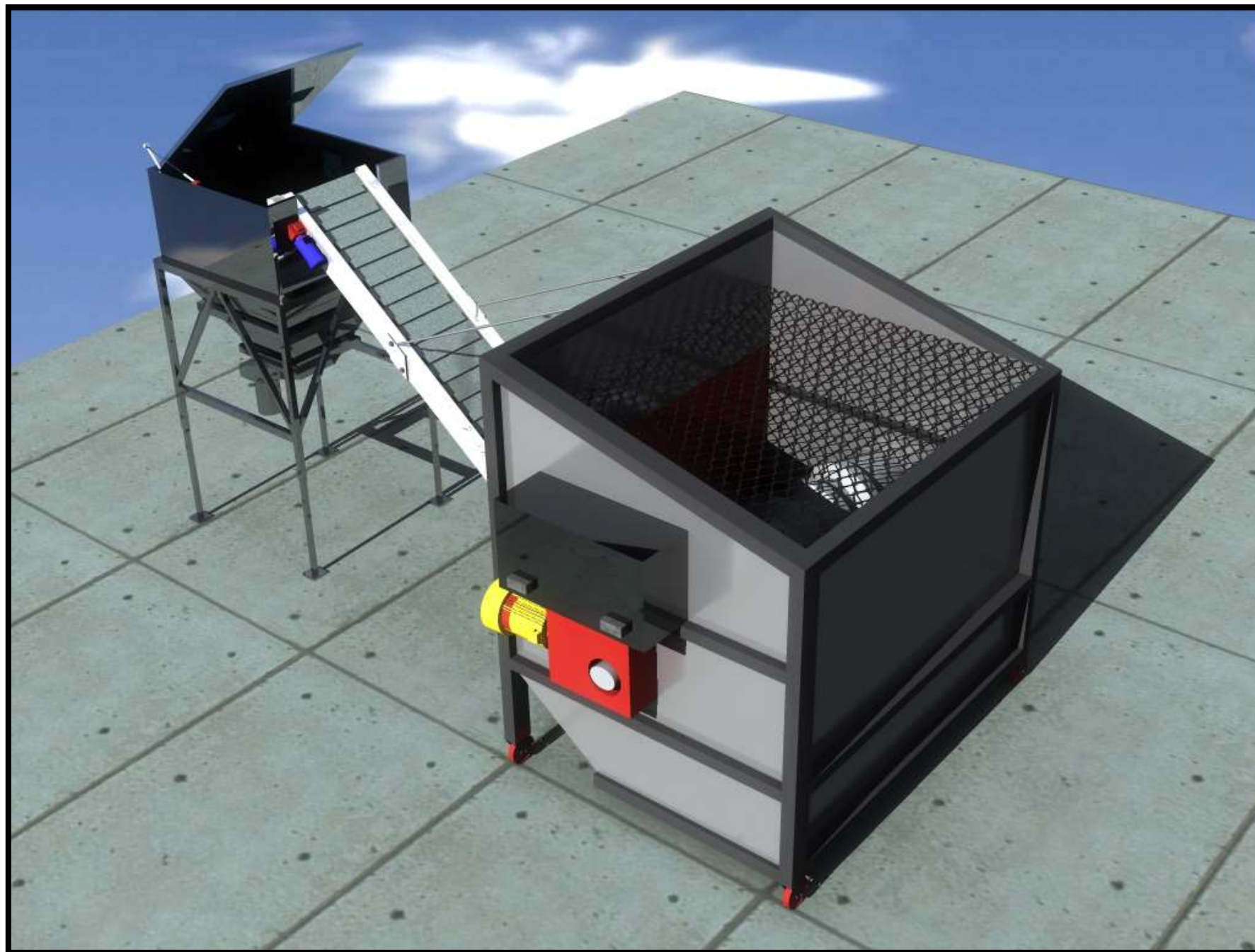


Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Diseño 3D general de la mezcladora de arena con sustrato.

#### 3.3.3.1. Diseño 3D en vista isométrica.

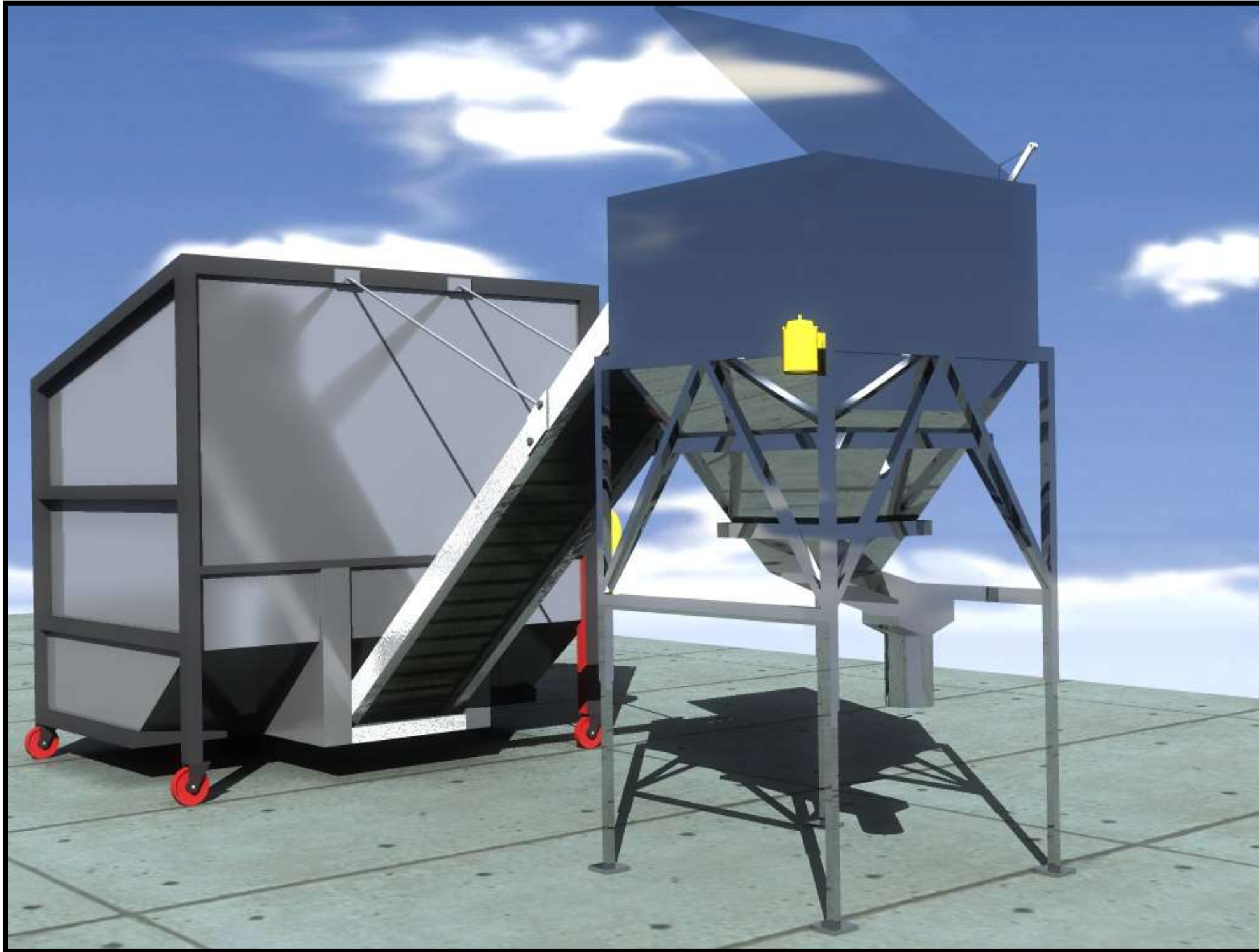
Imagen N°1: Vista isométrica 3D



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3.2. Diseño 3D de la tolva de llenado

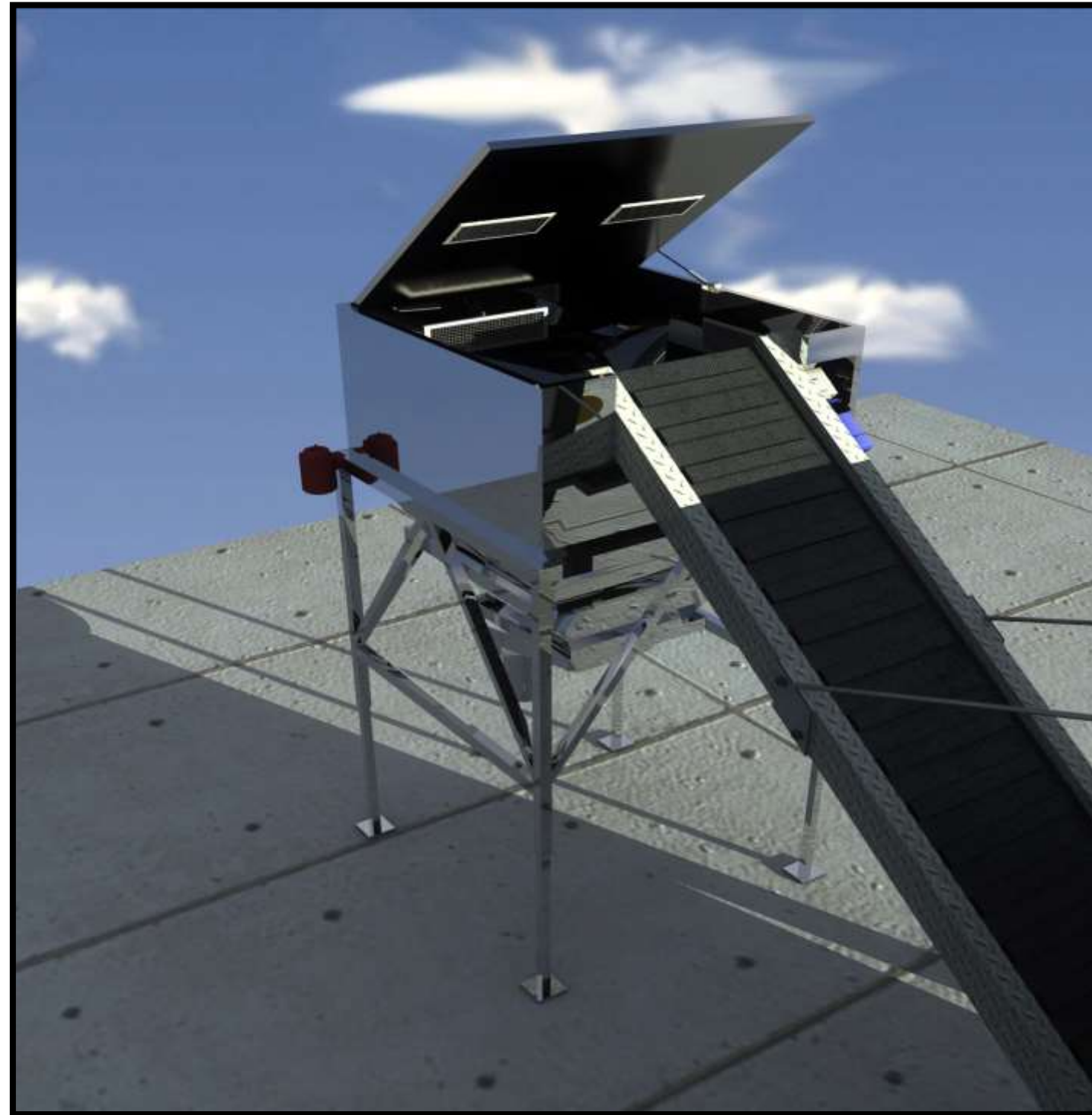
Imagen N°2: Tolva de llenado en 3D



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3.3 Diseño 3D de la tolva de enfriamiento.

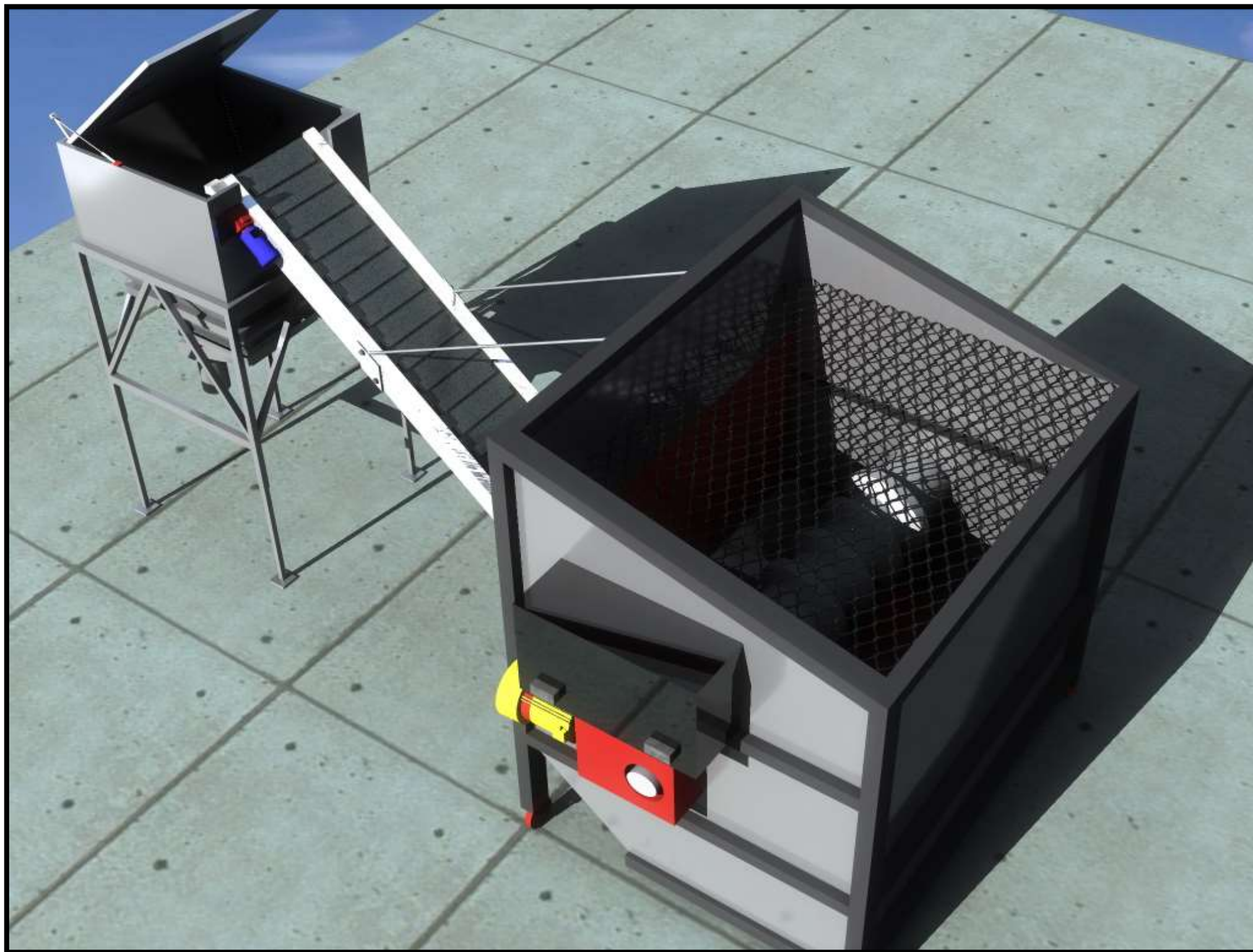
Imagen N°3: Tolva de enfriamiento en 3D



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3.4 Diseño 3D de la tolva de mezclado y faja transportadora.

Imagen N°4: Tolva de mezclado y faja transportadora



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.4. Programa de PLC (TWIDO Suite)

Twido Suite es un entorno de diseño gráfico que permite crear, configurar y gestionar las aplicaciones de los PLC's Twido. Con el software Twido Suite se puede programar fácilmente un PLC Twido a partir de instrucciones en lenguaje lista de instrucciones o de elementos gráficos en lenguaje de contactos. De este modo se podrá realizar un sistema de mando para automatizar la mezcladora.

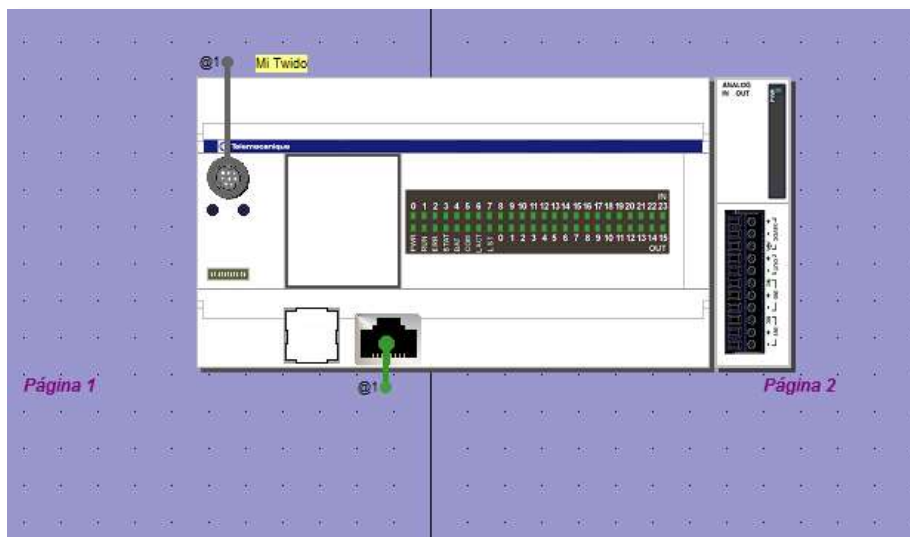
El twido suite ofrece una flexibilidad y sencillez a la hora de automatizar este tipo de aplicaciones. Este controlador twido dispone de dos modelos el compacto y el modular, de los cuales se trabajará con el compacto ya que ofrece una solución todo en uno con unas dimensiones reducidas, lo que permite reducir el tamaño de las consolas en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial.

Los controladores de tipo compacto tiene integradas en el mismo cuerpo las entradas y salidas, este dependerá del modelo, pudiendo elegir entre el de 10 E/S, 16E/S, 24 E/S Y 40 E/S.

#### 3.3.4.1. Programación de PLC (TWIDO Suite)

En la programación de PLC se trabajara con un módulo compacto de 40 E/S (TWDLCAE40DRF), pues nos admite módulos de ampliación, el cual se utiliza un módulo de ampliación analógico (TWDAMM3HT), que nos confieren una mayor flexibilidad a la hora de elegir el tipo de controlador.

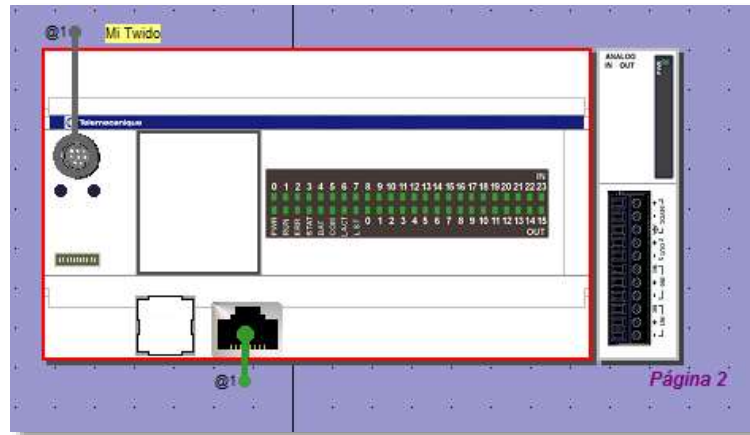
Imagen N°5: Módulo compacto de PLC TWIDO



Fuente: Luis, B. Gómez (2014)

El controlador de 40 E/S consiste en una base autómatas compacta 230V CA, 24 entradas de 24V CC, 14 salidas de relé de 2 A y 2 salidas de transistor de 1 A. Reloj de fecha/hora. Ethernet 100BaseTx. Batería extraíble. Bloque de terminales de tornillo no extraíbles.

Imagen N°6: Módulo de controlador de PLC TWIDO

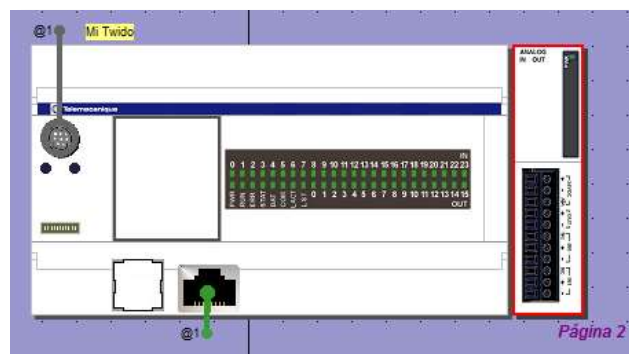


Fuente: Luis, B. Gómez (2014)

El módulo de ampliación analógico consiste en 2 entradas analógicas y 1 salida (0 – 10V, 4 – 20 mA), 12 bits, bloque de terminales de tornillo extraíble. (50 mA). Se desarrollará un sistema de adquisición de datos de una señal analógica. Se visualizara el estado de la misma en el programa Twido Suite cuando supere un caudal dado, para ello la señal de entrada será proporcionada por un caudalímetro cuya salida es de 4 -20mA.

Para el caso de la salida analógica se actuara sobre una válvula proporcional el cual requiere una señal de 0-20mA, mediante el Twido Suite se verificaran los resultados obtenidos.

Imagen N°7: Módulo de ampliación analógico de PLC TWIDO



Fuente: Luis, B. Gómez (2014)

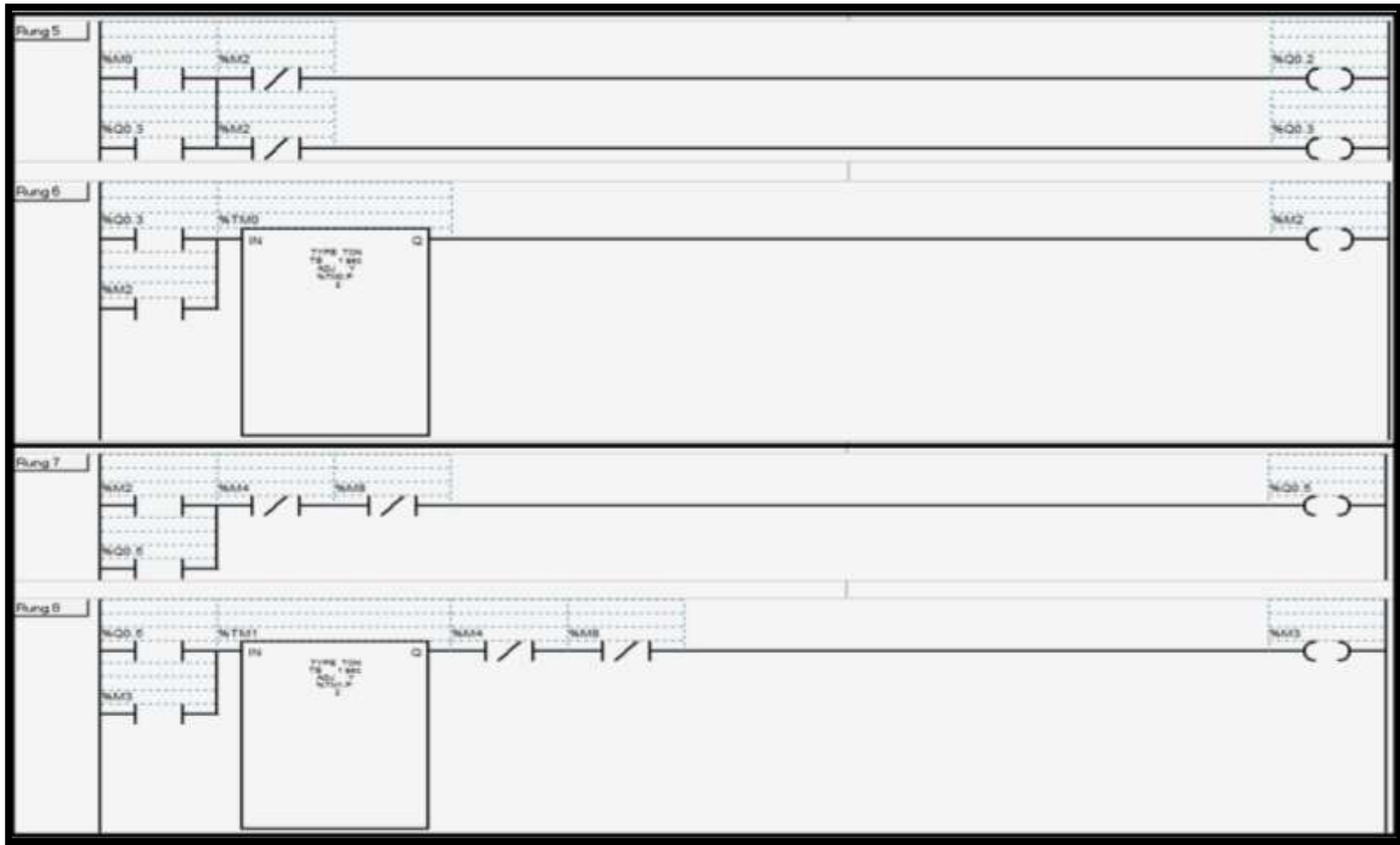
### 3.3.4.2. Sistema de mando del PLC (Twido Suite)

Imagen N°8: Sistema de mando twido suite



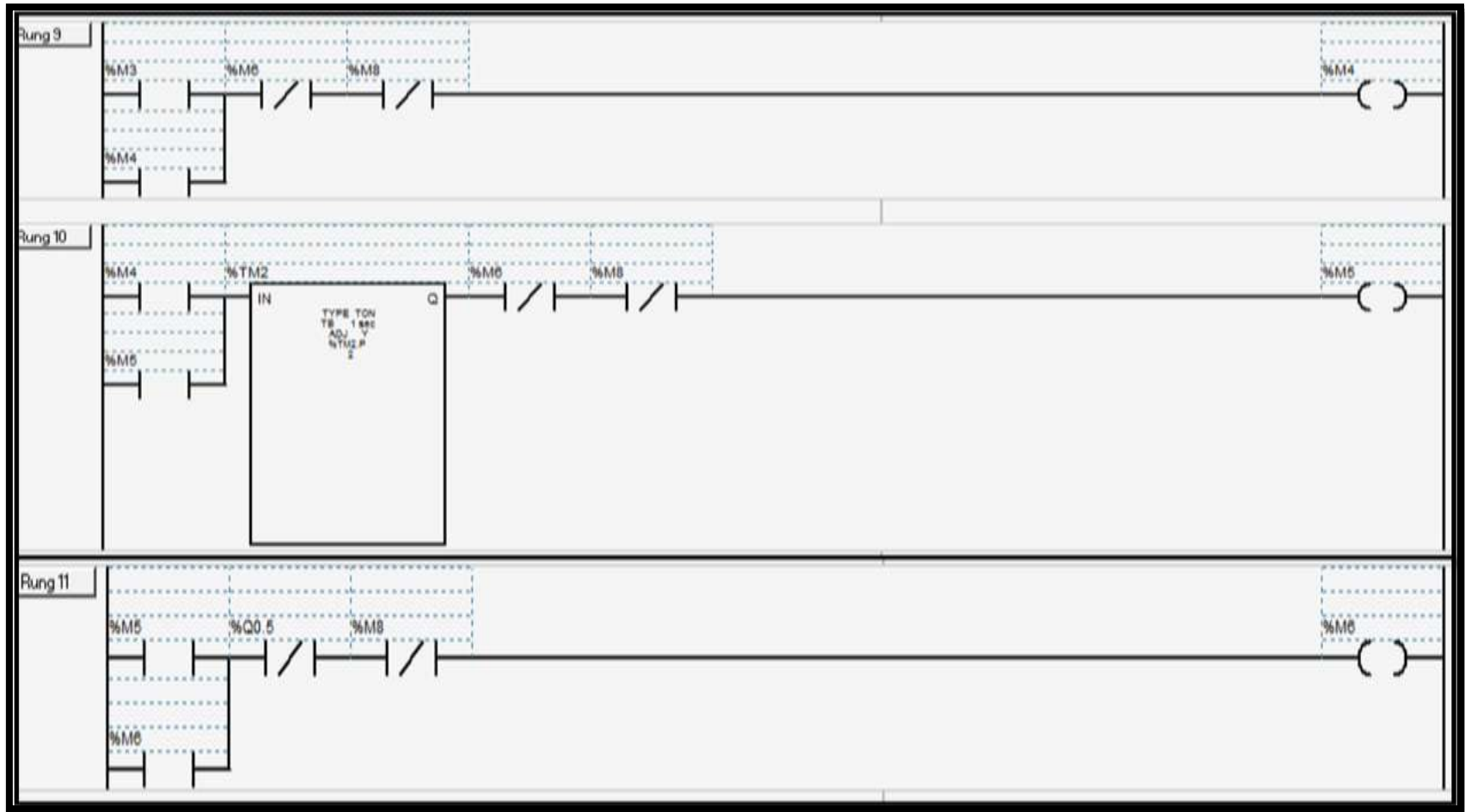
Fuente: Elaboración propia

Imagen N°9: Sistema de mando twido suite



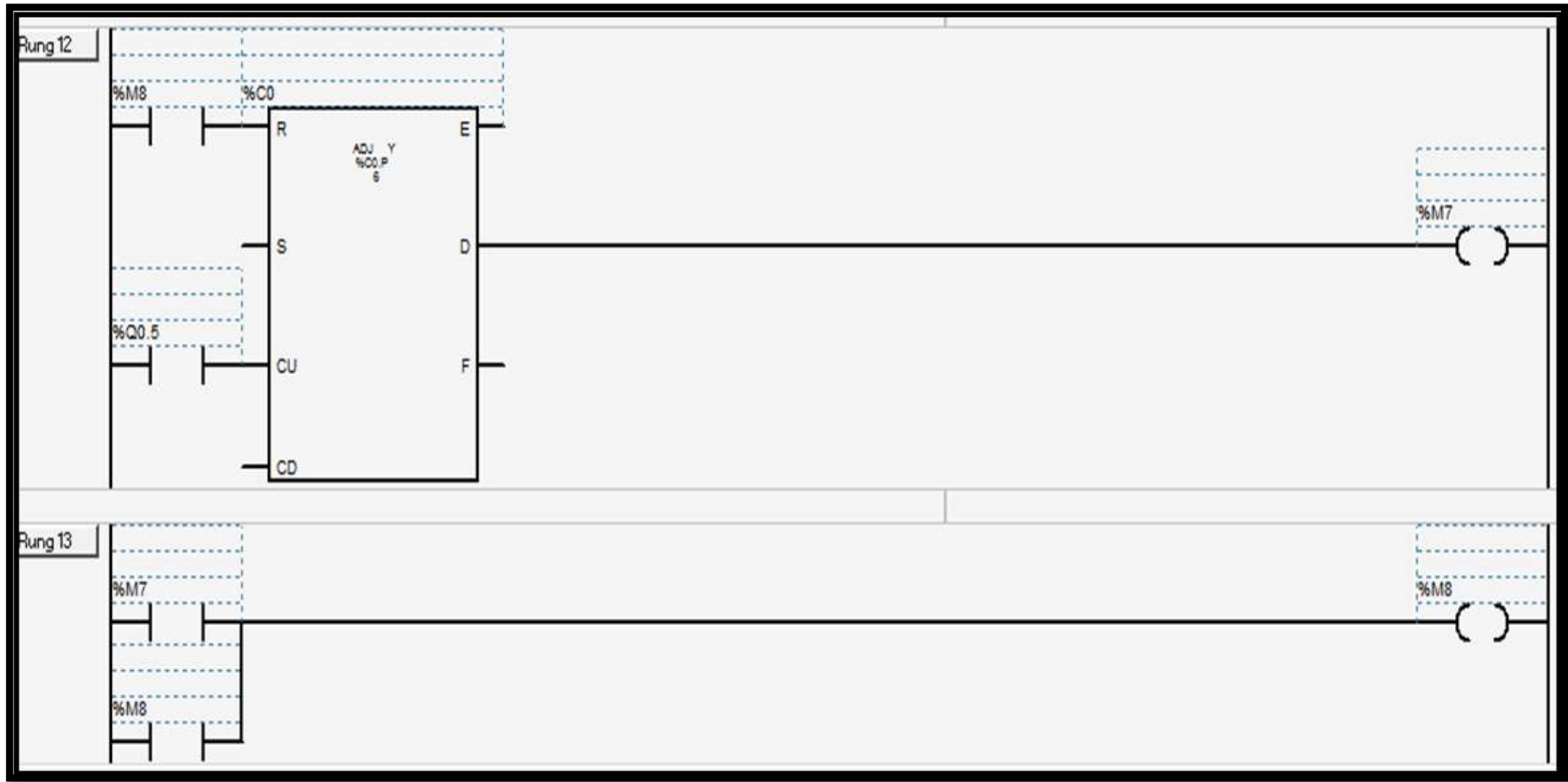
Fuente: Elaboración propia

Imagen N°10: Sistema de mando twido suite



Fuente: Elaboración propia

Imagen N°11: Sistema de mando twido suite



Fuente: Elaboración propia

El nivel máximo es de 4095 configurado para el módulo analógico, así que establecemos un valor de 1000 como referencia para un nivel de temperatura ambiente. Supongamos que 4095 representa una temperatura de 100 °C entonces para un valor de 1000 se obtendrá una temperatura de 25 °C. Y el valor de 3686 representará una temperatura de 90°C.

Imagen N°12: Sistema de mando Twido



Fuente: Elaboración propia

Cuando se encuentre la tolva de llenado abastecida de arena y sustrato, se pulsa el interruptor (i0.1) y se activará una memoria (M1), empezará a funcionar el sinfín (Q0.1) para la mezcla, simultáneamente se abrirá la válvula solenoides para la distribución de vapor y también se activara el cilindro para cerrar la puerta de la tolva de enfriamiento (Q0.4). Al llegar a una temperatura de 90 °C hará que active una memoria (M0) se active que de inmediato corte la válvula solenoide y el sinfín (Q0.1), de inmediato activará la puerta de la tolva (Q0.2) y la faja transportadora (Q0.3) para el traslado de la mezcla a la tolva de enfriamiento.

Al activar la faja transportadora (Q0.3) activa un temporizador (TM0) que transcurrido un tiempo de 8 minutos aproximadamente se activa una memoria (M2) cerrando la puerta de la tolva de llenado (Q0.2), desactivando la faja transportadora (Q0.3) y simultáneamente abriendo la puerta de llenado de bolsas (Q0.5).

Al abrir la puerta de llenado de bolsas (Q0.5) activa un temporizador (TM1) que transcurridos 2 segundos activa una memoria (M3) y este active una memoria (M4) que cierra la puerta de llenado de bolsas (Q0.5).

En el proceso de llenado de bolsas se debe realizar un cíclico ya que se debe hacer un llenado de muchas bolsas. Entonces al cerrar la puerta de llenado de bolsas (Q0.5), la memoria (M4) se queda activada, ésta nos permitirá activar un temporizador (TM2) que transcurrido 2 segundos debe activar una memoria (m5) y ésta activa una memoria (M6)

cumpliendo la función de desactivar la memoria (M4), así abriendo la puerta de llenado de bolsas (Q0.5), y con este mismo motor (Q0.5) desactivar la memoria (M6) para se vuelva a cerrar.

Cada vez que la puerta de llenado de bolsa se abra se contabiliza mediante un contador (C0), que llegada a cierta cantidad de bolsas llenas activa una memoria (M7) y ésta memoria activa otra memoria (m8) para paralizar la máquina, desactivando simultáneamente puerta de llenado de bolsa (Q0.5) y el cilindro de la puerta de la tolva de enfriamiento (Q0.4).

La mezcladora de arena con sustrato, al culminar su producción, reinicia todo su proceso y se deberá dar una limpieza previa para una segunda producción, la cual la realizará sin ningún problema.

### 3.3.5. Contrastación de indicadores

Con el diseño de una máquina compuesta por una mezcladora, una faja transportadora y una tolva de enfriamiento que trabajan en conjunto por medio de un sistema automatizado (PLC). Se logra obtener los requerimientos del producto y las necesidades de la empresa con el fin de mejorar la producción, reduciendo tiempos, pues se tardaban 35 horas con 24 minutos en una producción de 2 toneladas (véase en tabla N°11 y N°12), con pérdidas de un 30% de materia prima.

Se redujo hasta 2 horas con 40 minutos en una producción de 2 toneladas. Precizando que la reducción de tiempo también reduce el consumo del combustible de 135 galones a 36 galones por producción de 2 toneladas.

Tabla N°11: Producción actual de plantines de palto

<b>PRODUCCIÓN DE PALTO</b>			
<b>Materia prima (Kg)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Materia prima Esterelizada (Kg)</b>	<b>Plantines</b>
2000	35,4	1300	143

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12: Producción actual de plantines de uva

<b>PRODUCCIÓN DE VID</b>			
<b>Materia prima (Kg)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Materia prima Esterelizada (Kg)</b>	<b>Plantines</b>
2000	35,4	1300	163

Fuente: Elaboración propia

A continuación se detallará la mejora de producción de plantines de palto (tabla N°13) y plantines de uva (tabla N°14).

Tabla N°13: Mejora de producción de plantines de palto

<b>MEZCLADORA EN PRODUCCIÓN DE PALTO</b>				
<b>Materia prima (Kg)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Materia prima Esterelizada (Kg)</b>	<b>Plantines</b>	
400	32	400	44	
400	32	400	44	
400	32	400	44	
400	32	400	44	
400	32	400	44	
<b>TOTAL</b>	2000	160	2000	220

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°14: Mejora de producción de plantines de uva

<b>MEZCLADORA EN PRODUCCIÓN DE VID</b>				
<b>Materia prima (Kg)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Materia prima Esterelizada (Kg)</b>	<b>Plantines</b>	
400	32	400	50	
400	32	400	50	
400	32	400	50	
400	32	400	50	
400	32	400	50	
<b>TOTAL</b>	2000	160	2000	250

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación se lograría una producción real igual a una producción proyectada, reduciendo tiempos, controlando el consumo de combustibles de GLP, eliminando horas extras y sobre todo cumpliendo la fecha de entrega de los productos a los clientes.

En seguida en la tabla N°15 se especificará la contrastación de los indicadores que se determinaron en el diagrama de Ishikawa, con los resultados que se obtendrían al implementar la mejora.

Tabla N°15: Contrastación de indicadores

CAUSA	FORMULA	INDICADOR ACTUAL	DESARROLLO	EXPLICACIONES
Demora en Cocción	Tiempo Real de Cocción – Tiempo Proyectado de Cocción	2 a 4 Horas	0	Con la implementación de la mezcladora con un sistema automatizado, se eliminarán horas extras de cocción y esto nos llevará a tener ahorro en el consumo de combustible.
No existe homogenización	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción proyectada}} \times 100$	70%	100%	En la actualidad no se tiene una homogenización completa (30% no esterilizado), el cual tiene como consecuencia plantines de mala calidad. Con la implementación de la mezcladora, se mejorará la calidad de los productos, llevando a una esterilización homogénea.
Falta de instrumentación industrial	$\frac{\text{Total de horas Artesanales}}{\text{Total de Horas de Producción}} \times 100$	70%	37,5%	Al implementar la mezcladora existirá una mejor instrumentación industrial, debido a que se automatizará muchos procesos, los cuales ayudarán a reducir la falta de instrumentación. No se reducirá por completo debido a que se tiene un trabajo importante de personal que operará con herramientas que laboran actualmente.
Mala distribución de vapor en los noques	$\frac{\text{Capacidad proyectada}}{\text{Capacidad Real}} \times 100$	65%	100%	Actualmente se trabaja con noques estacionarios en los cuales la distribución de vapor es deficiente, debido a que el vapor ingresa por debajo de los noques y es difícil que éste llegue a cubrir por completo el noque. Esto trae como consecuencia que no se puede tener una producción mayor debido a que no se puede trabajar con una mayor capacidad de arena en los noques, puesto que a mayor capacidad, mayor deficiencia en la distribución de vapor.

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

#### 3.4.1 Cotizaciones de herramientas

En la tabla n°16 se muestra los precios cotizados en diferentes tiendas sobre las herramientas y componentes que corresponde a la fabricación de la mezcladora.

Tabla N°16: Precio de los componentes a usar para la fabricación de la mezcladora

PRODUCTO	PRECIO S/
Tolva de mezclado	11000
PLC	2750
Tolva de enfriamiento	13000
Sinfín	2490
Faja transportadora	28480
Zaranda	750
Tubos de acero inoxidable	3570
Módulo de desinfección	1000
Válvula solenoides asco 2 vías	1895
PT 100	480

Fuente: Elaboración propia

- La tolva de mezclado, la tolva de enfriamiento, el sinfín, el módulo de desinfección y la zaranda fueron cotizados por **SERVICIO TÉCNICO INDUSTRIAL QUIROZ** el cual se desempeña en el mantenimiento, diseño y fabricación de máquinas industriales.
- El PLC y el módulo de ampliación analógica fueron cotizados tienda **GESASAES** dedicada a la comercialización de productos para automatización industrial.
- La faja transportadora cotizada por la empresa **VYMSA INGENIEROS S.A** dedicada a la ingeniería de proyectos mineros, construcción y agroindustrial. Ver en anexo N°6.

- Los tubos de acero inoxidable cotizados en la empresa FACMETAL ACEROS ESPECIALES E.I.R.L. La cotización nos detalla que el metro equivale a 595 soles, entonces sería 3570 soles ya que se necesita 3 tubos de 2 metros.
- La válvula solenoides ASCO 2 vías se realizó una cotización en la tienda LA LLAVE S.A el precio es de 610 dólares aproximadamente 1895 soles.
- El sensor de temperatura PT100 (MBT5252) cotizado en INPROCESS S.R.L. Ver en anexo N°7.

### 3.4.2 Análisis Costo – Beneficio

En la tabla siguiente se detalla los costos totales, utilidad bruta, impuestos y los beneficios. Siendo detallados los costos en la tabla anterior (tabla N°16) y los beneficios de la siguiente manera:

- Ahorro de combustible: En la actualidad la caldera distribuye vapor a cuatro noques, cada noque tiene capacidad para 500 kg de arena que en total sería 2000 kg. Tiempo para cocción máximo 9 horas. Con la mezcladora el tiempo total de cocción para la mezcla de los 2000kg es de 2 horas con 8 minutos debido a que la mezcladora tiene capacidad máxima para 530 kg pero solo se trabaja a una capacidad de 400 Kg, lo cual realiza cada 32 minutos por tolva llena.

$$N^{\circ} \text{ Galones} = \frac{135 \text{ gal} \times 2,13 \text{ h}}{8 \text{ h}} = 36 \text{ Galones}$$

Número de galones a usar es 36.

Entonces si el galón tiene un valor de 2 soles, el gasto diario es de 270 soles, pero si se trabaja con la mezcladora el gasto diario sería 72 soles. Generando un ahorro diaria de 198 soles que al año sería 51480 soles.

- Optimización de recurso humano: Debido a que se trata de una automatización de procesos se refleja justamente en la optimización de recurso humano, es decir en ajustar la mano de obra. En la actualidad se trabaja con 8 operarios de los cuales se genera unos gastos de 234,4 soles diarios, con la implementación se reduce la mano de obra por ello se considera 4 operarios de los cuales se generaran gastos de 117,2 soles diarios, generando ahorros hasta de 30472 soles al año.

- Optimización de materia prima: La materia prima (arena) tiene un costo de 130 soles por tonelada, y ésta se está desperdiciando alrededor de 10 toneladas mensuales creando gastos de 1300 soles mensuales, que al año serían cerca de 15600 soles. Con la implementación de la mezcladora ya no existiría algún desperdicio forjando los 15600 soles a un ahorro.
- Pagos de horas extras: Normalmente a diario se generan 2 horas extras para cada operario debido a la demora de cocción, formando pagos extras. De tal modo que diario hay un pago extra por los 8 operarios de 73,6 soles y que al año componen 19136 soles.

A continuación se muestra la tabla N°17 especificando los beneficios y costos adquiridos de datos anteriores. Así mismo definiendo el Valor neto actual (VNA), Tasa interna de retorno (TIR) y sobre todo la relación beneficio costo (B/C). La cual se trabaja con una tasa de inversión del 12% y una tasa de costo del 16%.

Tabla N°17: Análisis costo – beneficio

<b>BENEFICIOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Ahorro de combustible	S/.		S/. 51.480,00	S/. 51.480,00	S/. 51.480,00	S/. 51.480,00	S/. 51.480,00	
Optimización de recurso humano	S/.		S/. 30.472,00	S/. 30.472,00	S/. 30.472,00	S/. 30.472,00	S/. 30.472,00	
Pago H. Extras/ viáticos	S/.		S/. 19.136,00	S/. 19.136,00	S/. 19.136,00	S/. 19.136,00	S/. 19.136,00	
Optimización de materia prima	S/.		S/. 15.600,00	S/. 15.600,00	S/. 15.600,00	S/. 15.600,00	S/. 15.600,00	
<b>Total Beneficios</b>		S/. 0,00	S/. 116.688,00	S/. 116.688,00	S/. 116.688,00	S/. 116.688,00	S/. 116.688,00	S/. 420634,13
<b>COSTOS</b>								
Tolva de mezclado		S/. 11.000,00	S/. 2.000,00	S/. 3.000,00	S/. 2.000,00	S/. 3.000,00	S/. 2.000,00	
Compra de PLC		S/. 2.750,00	S/. 100,00	S/. 300,00	S/. 300,00	S/. 300,00	S/. 300,00	
Tolva de enfriamiento		S/. 13.000,00	S/. 500,00	S/. 500,00	S/. 500,00	S/. 500,00	S/. 500,00	
Componentes		S/. 10.185,00	S/. 3.000,00	S/. 4.000,00	S/. 3.000,00	S/. 4.000,00	S/. 3.000,00	
Faja transportadora		S/. 28.480,00	S/. 1.500,00	S/. 2.500,00	S/. 1.500,00	S/. 2.500,00	S/. 1.500,00	
<b>Total Costos</b>		S/. 65.415,00	S/. 7.100,00	S/. 10.300,00	S/. 7.300,00	S/. 10.300,00	S/. 7.300,00	S/. 93031,29
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		-S/. 65.415,00	S/. 109.588,00	S/. 106.388,00	S/. 109.388,00	S/. 106.388,00	S/. 109.388,00	
Depreciación		-S/. 6.541,50	-S/. 6.541,50	-S/. 6.541,50	-S/. 6.541,50	-S/. 6.541,50	-S/. 6.541,50	
<b>Utilidad a Impuestos</b>			S/. 103.046,50	S/. 99.846,50	S/. 102.846,50	S/. 99.846,50	S/. 102.846,50	
<b>Impuestos</b>			S/. 28.853,02	S/. 27.957,02	S/. 28.797,02	S/. 27.957,02	S/. 28.797,02	
			S/. 6.541,50	S/. 6.541,50	S/. 6.541,50	S/. 6.541,50	S/. 6.541,50	
<b>UTILIDAD NETA</b>		-S/. 58.873,50	S/. 80.734,98	S/. 78.430,98	S/. 80.590,98	S/. 78.430,98	S/. 80.590,98	S/. 228672,86

Fuente: Elaboración propia

Con la tabla N°17 se determina los VNA de egreso e ingresos durante los cinco primeros periodos de la implementación del sistema automatizado para la mezcla de arena con sustrato. El cual nos lleva a encontrar la relación beneficio costo en la investigación, de la siguiente manera:

$$B / C = \frac{VAB(B)}{VAN(C.)}$$

$$B / C = \frac{420634,13}{93031,29}$$

$$B / C = 4,5214263$$

De acuerdo al resultado obtenido en la relación costo beneficio, nos señala que la implementación del sistema automatizado para la mezcla de arena con sustrato sería factible para el vivero Génesis S.A.C. debido a que se está obteniendo una rentabilidad de 3,52 soles por cada sol invertido.

Con los datos de la tabla N°17 también se halla el Valor Neto Actual (VNA) de la utilidad neta Tasa Interna de retorno (TIR). Que a continuación se apreciará en la tabla N°13.

Tabla N°18: VNA y TIR

VNA	S/. 228.672,86
TIR	134%

Fuente: Elaboración propia

#### IV. CONCLUSIONES

- Se concluye que el diagnóstico del área de esterilización de arena es totalmente artesanal y con unos noques de esterilización deficientes para la homogenización de ésta, lo cual ha influenciado en la pérdida de materia prima, en el consumo de GLP en exceso y sobre todo pérdidas de tiempo. Pues debido al tiempo se hacen gastos adicionales como pago de horas extras, consumo de combustible y entregas fuera de tiempo. Cuantificando cifras elevadas en pérdidas de dinero, cifras hasta cerca de 51480 soles en consumo de GLP.
- Se diseñó una máquina compuesta por una mezcladora, una faja transportadora y una tolva de enfriamiento que trabajan en conjunto por medio de un sistema automatizado (PLC). Ésta máquina se ajustó a los requerimientos del producto y las necesidades de la empresa con el fin de mejorar la producción, reduciendo tiempos, pues se tardan 35 horas con 24 minutos en una producción de 2 toneladas, con la implementación tardan 2 horas con 40 minutos con una esterilización totalmente homogénea. Precizando que la reducción de tiempo también reduce el consumo de combustible de 135 galones a 36 galones por una producción de 2 toneladas.
- Se concluye que con la implementación del sistema automatizado se optimiza recurso humano y esto genera ahorros de personal hasta de 30472 soles anuales, excluyendo por completo el pago de horas extras.
- Se concluye la investigación, que el beneficio en los primeros 5 años sería de 228672,86 soles con la propuesta de mejora con una relación beneficio costo de 4,52 soles, además una tasa interna de retorno (TIR) de 134% lo cual es superior porque es superior a la tasa de inversión que es de 12%.
- La investigación concluye que implementando este diseño de un sistema automatizado para la mezcla de arena y sustrato si se logrará mejorar la producción, logrando optimizar recurso humano, optimizar materia prima, reducir tiempo, reducir consumo de combustible y así ampliar la cartera de clientes a nivel Nacional.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altuve, José. *El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión*. Lima: SUMARIO , 2006.
- Burgos, A. *Diagrama de Flujos*. España, 2009.
- Camarrillo, Redalyc, Francisco Valdés, y Julián Chamarro. «Desarrollo de un sistema hidrodinámico para sistemas de análisis en flujo miniaturizados.» *MEXICANA DE INGENIERÍA QUÍMICA* (Mexicana de ingeniería química), 2011: 11-13.
- Fernández, Jesús. «Scribd.» 2009. <https://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos>.
- Garcia, Andrés. *El control automático en la industria*. España: La Universidad de Castilla - La Mancha, 2005.
- Garcia, E. *Automatización de procesos industriales* . España: Alfaomega, 2002.
- Garcia, Emilio. *Automatización de Procesos Industriales: Robótica y automática*. España: Servicio de Publicaciones, 1999.
- Luis, B. Gómez. «scribd.» 11 de 09 de 2014.  
<https://es.scribd.com/doc/29338450/AUTOMATIZACION-INDUSTRIAL> (último acceso: 2016).
- Medina, Jose, y Josep Guadayol. *La automatización en la Industria Química*. España: Universidad Politécnica de Cataluña , 2010.
- Niebel, Methods, y algorithm Freivalds. *Métodos, Estandares y diseño del trabajo*. Mexico: MC Graw Hill, 2009.
- Ortega, Edwin j. «slide share.» 2008. <http://es.slideshare.net/Edw1a/clasificacion-de-sensores>.
- Centro Internacional de la papa. «Alternativas al uso del bromuro de metilo en la producción de semilla de papa de calidad.» 2007. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/publication%20files/working%20papers/004336.pdf#page=26>.
- Ponsa, Pere, y Ramón Vilanova. *Automatización de procesos mediante la Guía GEMMA*. España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2005.
- Rojas , Oswaldo, y Luis Rojas. «Diseño asistido por computador .» *Diseño y tecnología*, 2006: 30-35.

Ruiz , Edgar, Jorge Inche, Alfonso Chung, y Roberto Tello. «Diseño e implementación de un prototipo automatizado para el procesamiento de pastas y líquidos.» *Diseño y Tecnología*, 2007: 15-18.

Progressive Energy service S.A. «Tecnologías Innovadoras para maximizar el uso de la energía Residual .» 2010. [http://www.pesint.com/files/sist\\_dist\\_v.pdf](http://www.pesint.com/files/sist_dist_v.pdf).

Santos, Manoel, Ivan Rodriguez , Pablo Roque, Tavares Ítalo, y Jandecy Cabral. *Consideraciones para el desarrollo de un sistema automatizado para la evaluación de la eficiencia de combustión en una planta generadora por motores de combustión interna*. España: Investigación, 2011.

Vásquez Yanes, Carlos. «LA REPRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS: SEMILLAS Y MERISTEMOS.» 1997.  
<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/lcpt157.htm>.

Vilaboa, José. *Gestión de la automatización de plantas industriales* . Chile: Facultad de Ingeniería, 2004.

## VI. ANEXOS

### Anexo N°1 – Caldera



Fuente: Elaboración propia

### Anexo N°2 – Noques y trabajo de operario



Fuente: Elaboración propia

Anexo n°3: Sistema mecanizado sinfín



Fuente: Elaboración propia

Anexo n°4: elevador con tolva para llenado de bolsas



Fuente: Elaboración propia

Anexo n°5: Pruebas de tolva en el llenado de bolsas

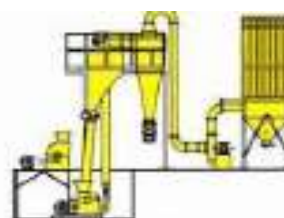


Fuente: Elaboración propia

Anexo N°6: Cotización de faja transportadora



**VYMSA**  
**VYMSA INGENIEROS S.A.**  
INGENIERIA DE PROYECTOS MINEROS, CONSTRUCCION Y AGROINDUSTRIA



Ventiladores Industriales y Mineros, Plantas de Molienda y Concentración de Minerales, Equipos para Oro, Molinos de Bolas, Chancadoras, Zarandas, Fajas Transportadoras, Plantas Agroindustriales, Molinos de Martillos, Hornos Industriales, Laboratorios Mineros.

P.195/2016

Lima, 20 de Abril del 2016

Señores:

**COMERCIALIZADORA AGROINDUSTRIAL SAN JUAN**

Celular: 977611535

E-Mail: jarboleda@mapsacperu.com.pe Att. Sr. Julio Arboleda

Estimados señores:

Atendiendo a su amable solicitud, les presentamos la cotización por la venta de lo siguiente:

- 1.- **FAJA TRANSPORTADORA DE 60 cm de ancho x 1,78 m. de largo MARCA VYMSA – Fabricación Peruana**

Fabricado con estructura de ángulo inclinada de acero estructural, equipado con polines triples de tubo de  $\varnothing$  4" con rodamientos sellados, con polea motriz enjebada y polea de cola tipo autolimpiante montadas con chumaceras de rodamientos equipado con faja de caucho reforzada con 3 lonas, con transmisión de reductor tipo corona sinfín y motor de 1 HP con piñones y cadena.

**PRECIO DE FAJA TRANSPORTADORA                      US\$    8,900.00**

**Faja transportadora - Foto referencial**



**OFICINA**  
Calle 22 Mz. C Lote 11 Campoy  
3ra. Etapa S. J. de Lurigancho, Lima 36 - Perú

**PLANTA**  
Calle 21 Mz. D Lote 7 Campoy  
3ra. Etapa S.J. de Lurigancho

Teléfono: 386-0933  
E-mail: ventas@vymisa.com  
website: www.vymisa.com

---

Empresa: MAPSAC

Atención: Julio Arboleda

Teléfono: 977 611 535

Correo: jarboleda@mapsacperu.com.pe

Asunto: Cotización 1486 -16 MAPSAC - EOA

---

Estimado Julio

Le envío la cotización por los siguientes equipos:

**ITEM 01**

**Sensor de Temperatura Pt100 MBT5252**

Modelo: MBT5252

Marca: Danfoss

Procedencia: Dinamarca

Longitud de Inserción: 50 mm

Rango de Temperatura: -50 a 200 °C

Longitud de extensión: 30mm

Diámetro del tubo protector: 100mm

Conexión al Proceso: 1/2" NPT

Elemento del Sensor: Pt100

Sin Transmisor

Código: 08426165

Precio Neto Unitario: USD 150.00 dólares + IGV

Entrega: Inmediata



**ITEM 02**

**Sensor de Temperatura Pt 100, bulbo con cable**

Modelo: MBT 153

Marca: Danfoss

Procedencia: Dinamarca

Rango de Temperatura: -50 a 200 °C

Material del bulbo: Acero inoxidable AISI 316

Longitud del Cable: 8.5 metros

Elemento del Sensor: Pt100

Longitud del bulbo: 28mm

Diámetro del bulbo: 5.8mm

Material Del Cable: silicona

2 Hilos

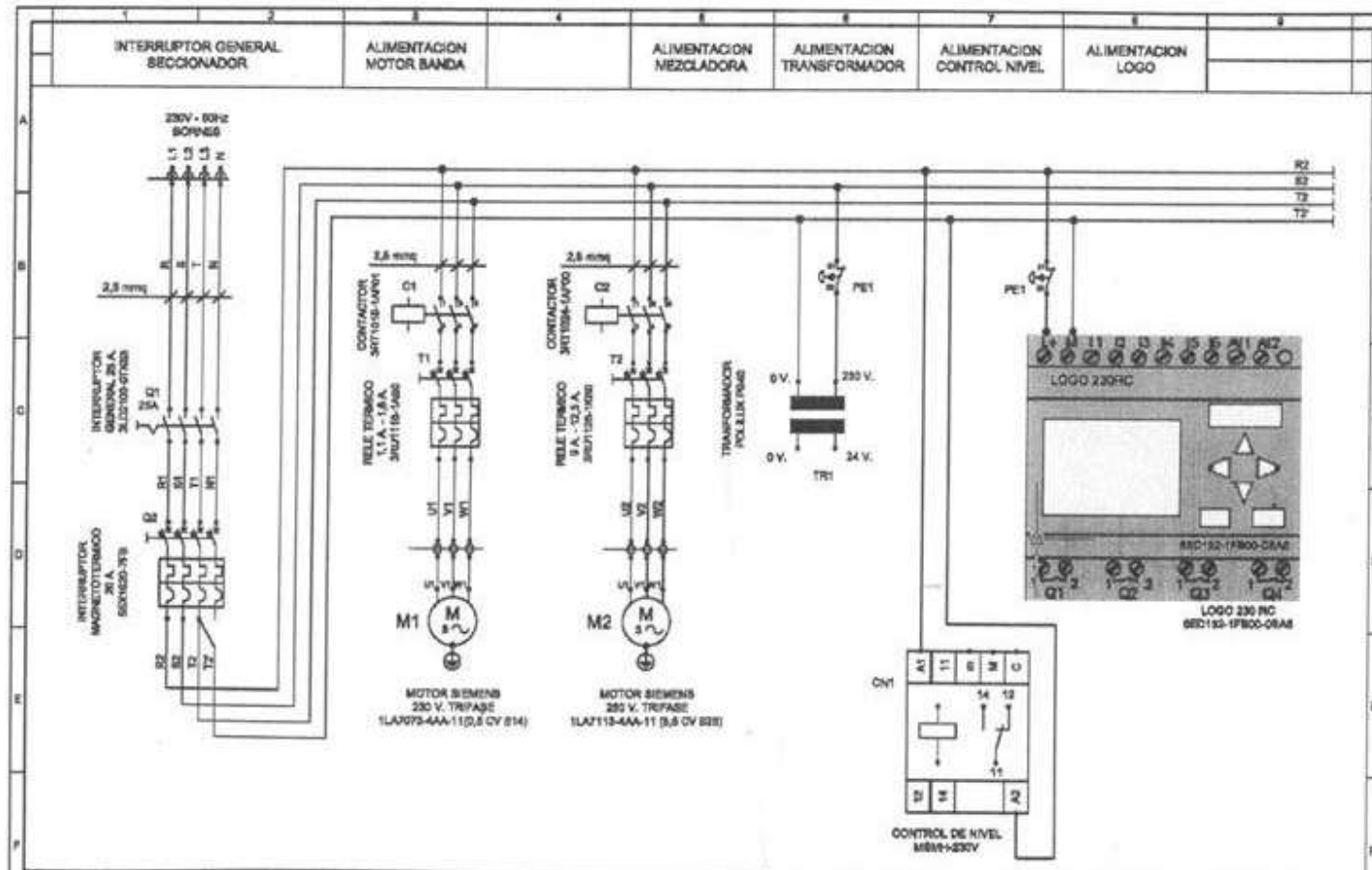
Código del Producto: 08426038

Precio neto unitario: USD 50.00 dólares + IGV

Entrega: inmediata en nuestras oficinas.



Anexo N°8: Sistema eléctrico



Fuente: Elaboración propia