



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA
CIP EN LA MÁQUINA DOY PACK, DE LA
EMPRESA PANAMERICANA DE ALIMENTOS**

WILLIAN FERNANDO GALLEGO GIRALDO

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería industrial

Medellín, Colombia

2020



DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CIP EN LA MÁQUINA DOY
PACK, DE LA EMPRESA PANAMERICANA DE ALIMENTOS S.A.S.

Willian Fernando Gallego Giraldo

Informe de práctica como requisito para optar al título de:
INGENIERO INDUSTRIAL

Asesor interno

Marisol Yamile Marín Osorno
Especialista en Sistemas de Gestión

Asesor externo

María Carolina Saenz Gamba
Máster en Biotecnología alimentaria

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería industrial
Medellín, Colombia

2020

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	2
2.	INTRODUCCIÓN	3
3.	OBJETIVOS	4
3.1.	OBJETIVO GENERAL	4
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4.	MARCO TEÓRICO	5
4.1.	CONCEPTOS	5
4.1.1.	CIP: Clean In Place - Sistema de limpieza C.I.P.	5
4.1.2.	Limpieza: círculo de Sinner	5
4.1.2.1.	Acción química	6
4.1.2.2.	Acción mecánica:	6
4.1.2.3.	Temperatura:	6
4.1.2.4.	Tiempo:	6
4.2.	FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA CIP	7
4.2.1.	Tipos de sistemas CIP	7
4.3.	VENTAJAS SISTEMA CIP	7
4.3.1.	Facilidad:	7
4.3.2.	Efectividad:	8
4.3.3.	Automatización:	8
4.3.4.	Ahorro de producción:	8
4.3.5.	Seguridad alimentaria:	8
4.4.	MARCO CORPORATIVO	8
4.5.	MARCO NORMATIVO	9
4.5.1.	Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES)	9
4.5.2.	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)	9
4.5.3.	Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	11
4.5.4.	Norma IFS Food versión 6.1. Norma para la auditoría de calidad y seguridad alimentaria de productos alimenticios	11
4.5.5.	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, INVIMA	11
4.6.	CONTEXTUALIZACIÓN DE LA MÁQUINA DOY PACK AUTOMÁTICA	11
4.6.1.	Estructura del sistema CIP de la máquina	12

5.	METODOLOGÍA.....	18
5.1.	Definición de la necesidad:	18
5.2.	Estructura de desglose del trabajo: EDT	18
5.3.	Recopilación de información para presupuesto y cronograma del proyecto.....	19
5.3.1.	Gestión con proveedores	19
5.3.1.1	Solicitud de cotizaciones:	19
5.3.1.2	Cuadro comparativo.....	19
5.3.1.4	Selección del proveedor para la mano de obra del trabajo.....	20
5.3.1.5	Costos de insumos (Almacén de repuestos PANAL S.A.S):	20
5.4	Generación de cronograma y presupuesto.....	21
5.5	Comunicación y gestión del cambio.....	21
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	22
6.1	Definición de necesidades:.....	22
6.2	EDT estructura de desglose del trabajo:	23
6.3	Presupuesto y cronograma	25
6.3.1	Gestión con proveedores	25
6.3.1.1	Solicitud de cotizaciones	25
6.3.1.2	Cuadro comparativo.....	25
6.3.1.3	Cuadro resumen.....	28
6.3.1.4	Selección del proveedor para la mano de obra del trabajo.....	31
6.4	Generación de cronograma y presupuesto.....	31
6.4.1	Presupuesto por paquete de trabajo	31
6.4.2	Presupuesto por actividad	33
6.4.3	Cronograma de ejecución automatización sistema CIP:.....	35
6.5	Comunicación y gestión del cambio.....	35
6.6	Solicitud de aprobación de inversión (SAI).....	36
6.7	Ciclos de automatización sistema CIP	37
6.7.1	Ciclo 1. Enjuague Volpak	37
6.7.2	Ciclo 2. Enjuague del tanque	38
6.7.3	Ciclo 3. Sistema CIP	39
6.7.4	Ciclo 4. Operación sistema CIP	40
6.8	Resultados proyectados	41
6.8.1	Costo total de limpieza y aseo Doy pack.....	42

6.8.2	Tasa de retorno de inversión (TIRS) anual	42
6.8.3	Porcentaje de tiempo de limpieza y desinfección (L&D) actual.....	43
6.9	Ejecución del diseño de automatización del sistema CIP.....	44
6.9.1.	Costos de recurso humano.....	44
6.10	Cronograma de cumplimiento:	47
7.	CONCLUSIONES	48
8.	RECOMENDACIONES	49
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ciclos automatización CIP	22
Cuadro 2. Detalles de implementos faltantes automatización CIP.....	24
Cuadro 3. Cotizaciones de mano de obra trabajos necesarios.	25
Cuadro 4. Cuadro comparativo mano de obra conexiones internas	26
Cuadro 5. Cuadro comparativo mano de obra fabricación de gabinete.....	26
Cuadro 6. Cuadro comparativo mano de obra conexiones eléctricas	27
Cuadro 7. Cuadro comparativo mano de obra automatización sistema CIP	28
Cuadro 8. Cuadro resumen mano de obra conexión de tubería y válvulas faltantes.....	29
Cuadro 9. Cuadro resumen mano de obra fabricación de gabinete.....	29
Cuadro 10. Cuadro resumen mano de obra conexiones eléctricas y de control	30
Cuadro 11. Cuadro resumen mano de obra automatización y control CIP	30
Cuadro 12. Cuadro proveedores seleccionados mano de obra de trabajos necesarios	31
Cuadro 13. EDT proyecto automatización CIP / paquetes de trabajo.	32
Cuadro 14. Estructura de desglose del trabajo, proyecto automatización CIP.....	35
Cuadro 15. Costo de tiempo de aseo Doy pack automático.....	42
Cuadro 16. Tasa de retorno de inversión.....	43
Cuadro 17. Presupuesto gestión del recurso humano.....	46
Cuadro 18. Cronograma de actividades para el diseño de automatización CIP	47

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Circulo de Sinner	5
Imagen 2. Mapa de procesos Panamericana de Alimentos S.A.S	9
Imagen 3. Partes que conforman el sistema CIP.....	12
Imagen 4. Marmita máquina Doy pack automática Panal S.A.S	13
Imagen 5. Tanque pulmón Doy pack automática Panal S.A.S.....	13
Imagen 6. Tubería acero inox 2” Doy pack automática Panal S.A.S.....	14
Imagen 7. Tolva Doy pack automática Panal S.A.S.....	14
Imagen 8. Tablero eléctrico planta Panal S.A.S.....	15
Imagen 9. Tanque de retorno, Doy pack automática Panal S.A.S.....	15
Imagen 10. Bombas de impulsión, Doy pack automática Panal S.A.S	16
Imagen 11. Válvulas manuales, Doy pack automática Panal S.A.S	16
Imagen 12. Válvula automática Panal S.A.S	17
Imagen13. Software PSL.....	20
Imagen 14. Ubicación final de implementos faltantes de automatización CIP	23
Imagen 15. Cronograma para la ejecución de mano de obra y compra de implementos.....	35
Imagen 16. Gestión del cambio con vistos buenos	36
Imagen 17. Solicitud de aprobación de inversión (SAI) propuesto	37
Imagen 18. Ciclo1. Enjuague Máquina	38
Imagen 19. Ciclo 2. Enjuague tanque	39
Imagen 20. Ciclo 3. Sistema CIP.....	40
Imagen 21. Ciclo 4. Operación CIP	41
Imagen 22. Costo de tiempo de aseo DP automática	42
Imagen 23. Porcentaje de L&D actual.....	43
Imagen 24. Distribución de tiempo Doy pack automática	44

1. RESUMEN

El presente documento, es la evidencia del proyecto propuesto en la empresa Panamericana de Alimentos S.A.S, en el marco del desarrollo del informe de grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

La estructura de la propuesta se basa en la metodología de desarrollo de proyectos de la compañía, donde se busca satisfacer la necesidad interna de diseñar un sistema de limpieza CIP en la máquina Doy pack automático mediante la generación inicial de una estructura de desglose del trabajo EDT definiendo presupuesto, implementos faltantes para su correcto funcionamiento, un cronograma de ejecución mediante diagrama Gantt y gestión del cambio. La relación con los proveedores tanto internos como externos es fundamental para establecer los diferentes paquetes de trabajo que se requieren para automatizar la máquina que, por medio de solicitud de cotizaciones, visitas técnicas, cuadros comparativos y selección de la mejor propuesta mediante matriz de evaluación hacen posible diseñar el proyecto.

Teniendo en cuenta los datos históricos de comportamiento operacional de la máquina Doy pack se proyectan resultados a futuro al implementar el sistema CIP como tasa de índice de retorno (TIR) reflejado en tiempo y costo. Además, representa grandes ventajas a nivel de efectividad, facilidad, ahorro de recursos, automatización, seguridad alimentaria, entre otros.

El proyecto es impulsado desde el área de proyectos de la organización. Para el desarrollo del proyecto se requiere fundamentalmente del departamento de mantenimiento quien aporta recurso humano, técnico y de apoyo definiendo variables importantes para el diseño de automatización del sistema CIP en la máquina Doy Pack de la empresa Panamericana de alimentos S.A.S.

2. INTRODUCCIÓN

Panamericana de Alimentos S.A.S., se encuentra ubicada en el municipio de Rionegro, oriente antioqueño, en el kilómetro 35.4 autopista Medellín - Bogotá. Es una compañía dedicada a la producción de alimentos pertenecientes a la línea comercial de consumo masivo para el mercado nacional y de exportación. Sus productos principales, bajo las marcas Respin, San Jorge, Del Campo y Levapan, se agrupan en: salsas, aderezos, conservas, compotas, esencias y néctares. Todas sus líneas de producción se encuentran certificadas en el sistema HACCP (análisis de peligros y puntos críticos de control).

PANAL nace en el año 2010, cuando Levapan S.A. Compañía Nacional de Levaduras adquiere la marca RESPIN® y crea las compañías PANAMERICANA DE ALIMENTOS S.A.S. y LEVAPAN COLOMBIA S.A., este grupo empresarial ha adquirido gran reconocimiento a nivel nacional e internacional, por la calidad de sus productos y el amplio portafolio que ofrece al mercado.

La compañía produce salsas, aderezos, enlatados y mermeladas en múltiples presentaciones distribuidas en 23 líneas de producción, dentro de las cuales se encuentra la línea de flexibles (*emulsionados, salsas, entre otros*), que consta de varias máquinas manuales y automáticas. La máquina doypack automática 3 se caracteriza por producir diferentes referencias, realizando el armado de la bolsa (Doypack) y envasado del producto de forma autónoma.

En esta máquina, actualmente se realiza la limpieza de los accesorios de forma manual, por lo que los operarios hacen el desmonte de las piezas y lavado por partes para lograr la higiene adecuada. Es por esto que implementar un sistema CIP (clean in place) en la máquina, representaría ventajas significativas relacionadas con reducción de costos y tiempos de mano de obra, ahorro de energía y agua, poca intervención del operario, además de reducir tiempos de inactividad de producción durante el tiempo de limpieza.

El sistema consiste en generar un circuito cerrado que incluya la máquina y sus partes, empleando válvulas las cuales permiten entrar en funcionamiento el depósito principal y las bombas, que hacen circular productos químicos y agua, de manera cíclica y alternada, de forma que se logre la eliminación de los compuestos orgánicos propios del proceso, que son la base para el crecimiento de microorganismos, así como la desinfección del sistema para iniciar una nueva producción.

La parametrización de los ciclos de las soluciones de limpieza y desinfección es esencial para garantizar un aseo efectivo, por lo que se deben seleccionar teniendo en cuenta los tipos de agentes de limpieza y su concentración, la temperatura máxima disponible y tiempos de contacto recomendado

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar la automatización del sistema CIP (Cleaning In Place) en la máquina Doy pack automático 3, de la empresa PANAMERICANA DE ALIMENTOS S.A.S mediante la gestión de actividades y la estimación de costos relacionados al proyecto.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar estructura de desglose de trabajo (EDT) y presupuesto estimado del proyecto.
- Definir plan de trabajo mediante cronograma de actividades relacionadas al proyecto.
- Realizar actividades de comunicación y gestión del cambio con el propósito de socializar el proyecto a todas las áreas interesadas de Panal S.A.S.
- Documentar la solicitud de aprobación de inversión (SAI) para posterior presentación ante el comité gerencial de la compañía relacionando el objetivo, justificación, alcance, inversión, valor y tiempo de la ejecución de cada paquete de trabajo necesarios para el proyecto.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. CONCEPTOS

4.1.1. CIP: Clean In Place - Sistema de limpieza C.I.P.

El sistema de limpieza CIP es un sistema de lavado automático in situ, es decir, sin desmontaje de las partes constituyentes de un equipo o línea de producción, que consiste en la circulación de soluciones de limpieza alternadas con agua, a través de los componentes de la línea de proceso, de acuerdo a unas secuencias de agentes químicos, parámetros de temperatura y tiempos establecidos previamente. Las soluciones de limpieza pasan a gran velocidad por la línea, generando la fricción requerida para eliminar la suciedad.

El propósito del sistema de limpieza C.I.P. es eliminar los compuestos orgánicos propios del proceso ya que son la base para el crecimiento de bacterias y precursores de fenómenos de biocorrosión. La suciedad se disuelve químicamente y la velocidad del fluido debe ser la adecuada para la descarga de las partículas desprendidas de la suciedad sanitaria.

4.1.2. Limpieza: círculo de Sinner

Los elementos que conforman el círculo Sinner se combinan entre sí, de forma proporcional para poder realizar una limpieza completa de forma eficaz como se muestra a continuación:

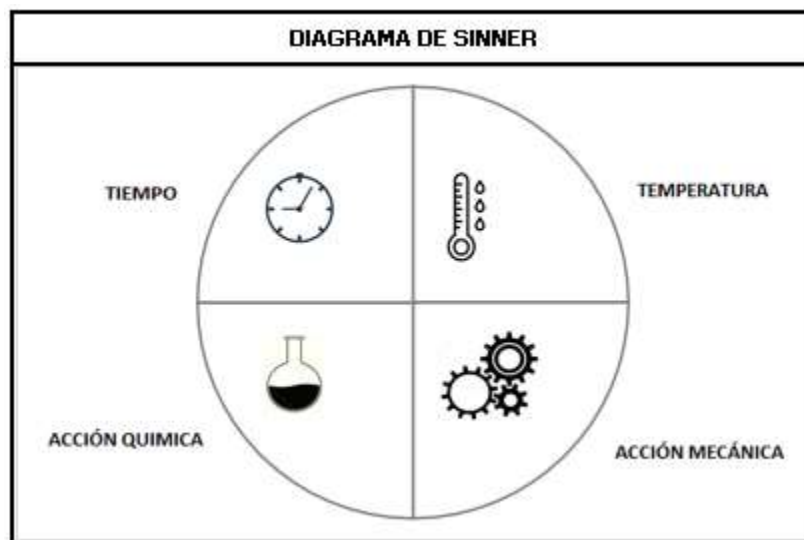


Imagen 1. Círculo de Sinner
Fuente: Elaboración propia

Para realizar una limpieza completa del sistema se debe tener en cuenta cuatro factores que se combinan entre sí: la acción química, mecánica, temperatura y tiempo. Estos cuatro elementos son los que conforman el llamado círculo de Sinner

y que debe ser conocido a la perfección por las personas que interfieren en el proceso.

4.1.2.1. Acción química:

Es el conjunto de productos químicos que deben emplearse en cada acción de limpieza. Esta técnica es uno de los factores fundamentales, ya que siempre hay que elegir el producto que se adapte perfectamente a cada tipo de limpieza, emplearlo en las dosis recomendadas por los fabricantes, presentar una buena solubilidad en agua, un alto poder secuestrante y evitar la creación de espuma. Generalmente los productos más utilizados en las limpiezas CIP son soda cáustica líquida o distintos tipos de ácidos: nítrico, cítrico, fosfórico, entre otros.

4.1.2.2. Acción mecánica:

Se trata del hecho físico de eliminar la suciedad. En función del caudal, la velocidad y la presión de la solución de limpieza, se consigue el resultado óptimo. La velocidad del flujo para la limpieza en el interior de la tubería debe circular a cierta velocidad, alcanzando flujo turbulento, para asegurar dicha acción mecánica. En cuanto a velocidad de flujo se identifican dos regímenes:

- **Flujo laminar:** Se habla de un régimen de flujo laminar cuando la velocidad del fluido es inferior a 0,3m/s
- **Flujo turbulento:** El régimen turbulento busca una correcta limpieza de la tubería, con una velocidad variable entre 2 y 3 m/s.

4.1.2.3. Temperatura:

Esta variable influye en la efectividad del producto químico que se utiliza y además facilita la limpieza cuando hay un origen graso en la suciedad. Existen materiales que no resisten las altas temperaturas a las que puede estar el agua.

4.1.2.4. Tiempo:

Posibilita el contacto y la penetración de los agentes químicos, así como la disolución de la suciedad mediante la acción mecánica de la solución de limpieza. Mientras tiempo permanezca la solución química con la superficie a limpiar, mayor será la eficacia.

Así pues, la acción química, acción mecánica, la temperatura y el tiempo son factores variables importantes cada una; por esa razón se pueden ir combinando de diferente forma según la suciedad, la superficie que se tenga que limpiar y los medios de los que se disponga para mantener la máxima calidad de limpieza

4.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA CIP

4.2.1. Tipos de sistemas CIP

Técnicamente existen 3 tipos de sistemas CIP que se diferencian en las variables de operación como temperatura, concentración, tiempo de ciclo, horas hombre, reutilización de agua y soluciones de limpieza.

4.2.1.1. Sistema CIP manual

Este sistema se caracteriza por la intervención manual de los operarios, una limpieza a mano donde se hace necesario desarme de accesorios, válvulas y demás implementos de tal forma que se garantice la limpieza total. Este método de limpieza requiere mayor esfuerzo, consume mucho tiempo por lo que puede resultar costoso debido la pérdida de tiempo de producción, también implica el uso de gran cantidad de agua y detergentes; además, en ocasiones el resultado es insatisfactorio en términos sanitarios e inocuidad. La energía mecánica del sistema es proporcionada por el personal de aseo, el cual debe garantizar que el ciclo de lavado cumpla con todos los estándares requeridos.

4.2.1.2. Sistema CIP automático:

Este sistema se caracteriza por tener limpieza en ciclo cerrado, que se realiza por ciclos previamente programadas, con este tipo de sistema de limpieza no es necesario dismantelar las instalaciones del ciclo de producción (desmontaje de tuberías, bombas, tanques de preparación, etc.) como se hace durante la limpieza de tipo manual; este sistema reduce en gran medida la duración del ciclo de lavado, dicha reducción es de aproximadamente el 31%. La determinación de parámetros como tiempo, velocidad, temperatura y la concentración debe de realizarse mediante programas de automatización diseñados para las necesidades de la planta de producción con la cual se está trabajando.

4.2.1.3. Sistema CIP semiautomático:

Este sistema integra operación automática programada, pero a su vez requiere intervención del hombre, se caracteriza por tener válvulas manuales y automáticas instaladas.

4.3. VENTAJAS SISTEMA CIP

A continuación, se relacionan los 5 principales beneficios al implementar un sistema CIP en la industria de alimentos:

4.3.1. Facilidad:

Para realizar procesos de limpieza CIP no es necesario desmontar toda la maquinaria de producción. Mediante los parámetros de fuerza mecánica, térmica, química y tiempo de contacto se lleva a cabo el sistema de limpieza para remover toda la suciedad. Además, minimiza los riesgos en la salud y seguridad del personal

al evitar la manipulación directa de los productos químicos peligrosos y al tiempo garantizar que la concentración de la solución química sea la adecuada.

4.3.2. Efectividad:

Garantiza un control repetitivo de los parámetros más importantes como son temperatura de lavado, caudal, presión constante y concentración de tiempos de lavado. La combinación de todas las variables asegura la eliminación de todos los residuos de una manera más segura.

4.3.3. Automatización:

El control y la medición del proceso de limpieza CIP requiere poca o ninguna intervención de un operario, debido al uso de instrumentación para monitorear el proceso, esto posibilita controlar y optimizar el consumo de agua ya que los tiempos de lavado de cada ciclo se regulan de forma automática.

4.3.4. Ahorro de producción:

La implementación de mediciones exactas de procesos durante la limpieza CIP les permite a las empresas del sector de alimentos y bebidas minimizar residuos y ahorrar energía y, al mismo tiempo, reducir el tiempo de inactividad de producción durante el proceso de limpieza.

4.3.5. Seguridad alimentaria:

Las plantas de procesamiento industrial deben ofrecer productos seguros para el consumidor; utilizando un proceso de limpieza CIP adecuado que garantiza limpieza total en los procesos y por ende asegura la inocuidad del producto terminado.

4.4. MARCO CORPORATIVO

Panamericana de Alimentos S.A.S cuenta con varios procesos estratégicos, misionales y de apoyo con enfoque a la satisfacción del cliente de acuerdo con sus necesidades. Dentro de los procesos misionales se destaca el de producción ya que constituye la razón de la empresa, dentro del cual se desarrollará el diseño del sistema CIP para una máquina Doy pack automático.

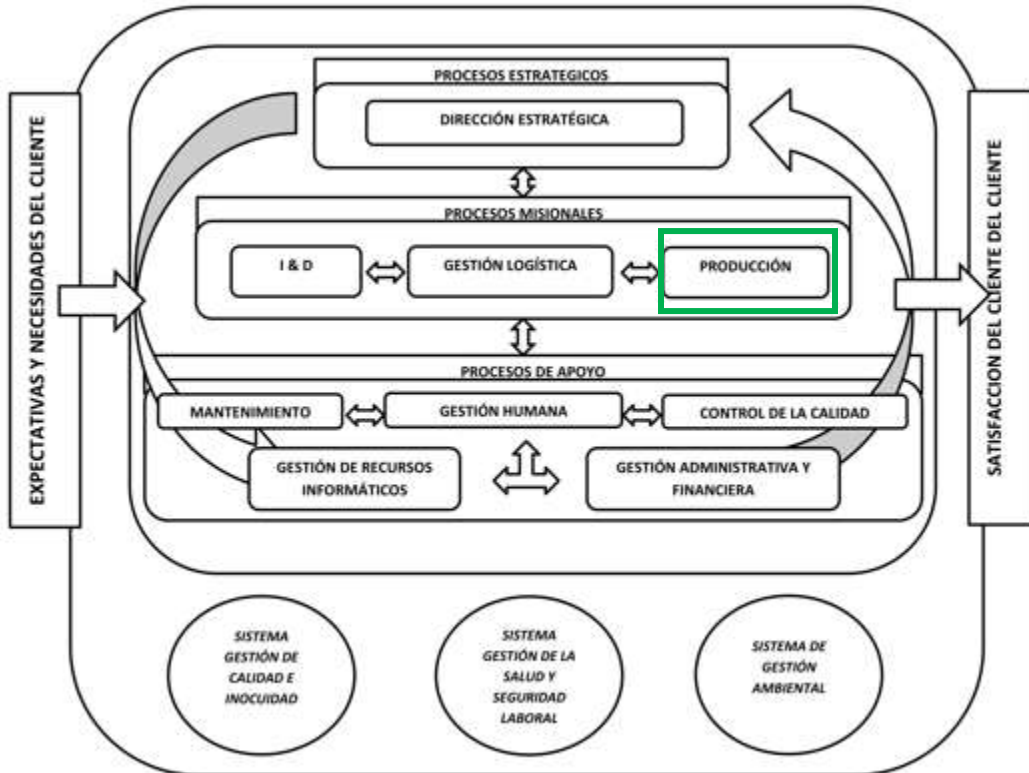


Imagen 2. Mapa de procesos Panamericana de Alimentos S.A.S
 Fuente: Mapa de procesos Panal S.A.S.

4.5. MARCO NORMATIVO

4.5.1. Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES)

Según el Invima (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento, 2014) el POES se define como “Todo procedimiento que un establecimiento lleva a cabo diariamente, antes y durante las operaciones para prevenir la contaminación directa del alimento”. Estos procedimientos permiten establecer directrices para la correcta ejecución de las actividades de aseo en la línea de producción, como resultado permiten generar documentos para el estándar de las operaciones de limpieza y desinfección.

4.5.2. Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)

El Sistema HACCP permite identificar, evaluar y controlar peligros físicos, químicos y biológicos para asegurar la inocuidad de los alimentos, aporta confianza al consumidor porque permite evaluar los riesgos, establecer medidas de control y mecanismos de vigilancia en las diferentes etapas de la producción del alimento. Las actividades de limpieza y desinfección están orientadas a mitigar los riesgos que afecten la inocuidad de los alimentos fabricados en la empresa. (Ministerio de Salud, 2002).

Este sistema posibilita acceder a mercados exigentes, obtener permanentemente niveles de calidad deseados, incrementar confianza entre las partes interesadas, reducir PQRS, minimizar reprocesos y devoluciones por no conformidades.

Para garantizar el buen funcionamiento del Sistema de Inocuidad se basa en 7 principios:

4.5.2.1. PRINCIPIO 1: Realizar un análisis de peligros.

Se refiere a la búsqueda e identificación de todos los peligros significativos asociados con cada paso, desde la producción primaria hasta el consumo.

4.5.2.2. PRINCIPIO 2: Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC).

Se entiende como PCC a la etapa, paso o procedimiento en el proceso donde se aplica una medida de control de tal manera que un peligro es prevenido, eliminado, o reducido hasta niveles inofensivos. Se debe utilizar la información obtenida con el principio 1, y para determinarlos se recomienda el uso del árbol de decisiones.

4.5.2.3. PRINCIPIO 3: Establecer los límites críticos

Este Principio impone la especificación de los límites críticos para cada medida preventiva, estos límites críticos son los niveles o tolerancias prescritas que no deben superarse para asegurar que el PCC está efectivamente controlado.

4.5.2.4. PRINCIPIO 4: Establecer un sistema de vigilancia para asegurar el control de los PCC

El monitoreo o vigilancia es la medición u observación programada de un PCC en relación con sus límites críticos. Los procedimientos de vigilancia deberán ser capaces de detectar una pérdida de control en el PCC. Sin embargo, lo ideal es que la vigilancia proporcione esta información a tiempo para que se adopten medidas correctivas con el objeto de recuperar el control del proceso antes de que sea necesario rechazar el producto.

4.5.2.5. PRINCIPIO 5: Establecer las medidas correctivas

Este principio tiene como objetivo de corregir las desviaciones que pueden producirse deben formularse planes de medidas correctivas específicas para cada PCC del programa HACCP.

4.5.2.6. PRINCIPIO 6: Establecer procedimientos de verificación, ensayos y procedimientos complementarios.

Se deben establecer procedimientos que permitan verificar que el programa HACCP funciona correctamente por lo cual se pueden utilizar métodos, procedimientos, ensayos de vigilancia y comprobación, incluidos el muestreo aleatorio y el análisis. La frecuencia de la verificación debe ser suficiente para validar el Programa HACCP.

4.5.2.7. PRINCIPIO 7: Establecer un sistema de documentación

Para aplicar el Programa HACCP es fundamental contar con un sistema de registro suficiente y preciso que incluya documentación sobre los procedimientos del HACCP en todas sus fases, que deben reunirse en un Manual y/o instructivo.

4.5.3. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

La resolución 1160 de 2016 considera los manuales de Buenas Prácticas de manufactura y las guías de inspección de laboratorios o establecimientos de producción alimentaria, para la obtención del certificado de cumplimiento de las BPM. Además, la norma garantiza que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se mitiguen los riesgos inherentes durante las etapas de la producción. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016)

4.5.4. Norma IFS Food versión 6.1. Norma para la auditoría de calidad y seguridad alimentaria de productos alimenticios

IFS Food es una norma de seguridad alimentaria reconocida por la Global Food Safety Initiative (GFSI) para auditar empresas que fabrican alimentos o a empresas que empaquetan productos alimentarios a granel. Se centra en la seguridad y calidad alimentaria de los productos procesados. (IFS Food, 2017). Esta norma aplica cuando los productos son procesados o cuando existe un peligro de contaminación del producto durante el envasado primario.

IFS Food es importante para todos los fabricantes de alimentos, especialmente aquellos que producen marca privada, porque contienen muchos requisitos relacionados con el cumplimiento de las especificaciones. La norma es compatible con los esfuerzos de producción y marketing para la seguridad y calidad de la marca. IFS Food se ha desarrollado con la participación plena y activa de las entidades de certificación, minoristas, industria de la alimentación y empresas del sector servicios.

4.5.5. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, INVIMA

El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, INVIMA, es la entidad de vigilancia y control de carácter técnico científico, que trabaja para la protección de la salud individual y colectiva de los colombianos, mediante la aplicación de las normas sanitarias asociada al consumo y uso de alimentos, régimen de licencias sanitarias de funcionamiento para establecimientos productoras.

4.6. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA MÁQUINA DOY PACK AUTOMÁTICA

Máquina llenadora automática de Doy pack adecuadas para diferentes necesidades, desde producción de bajo y alto volumen, hasta producción continua de alta velocidad; mediante proceso automático realiza el armado de la bolsa (Doy pack) para posteriormente empaque del producto.

La amplia gama de configuraciones hace posible utilizar la máquina doypack automático para empaquetar productos tales como mayonesas, aderezos, salsas, mermeladas de piña, fresa y mora, entre otros. Se dispone de una gran flexibilidad, lo que permite envasar productos sólidos o líquidos, en diferentes tamaños y materiales. Esto implica la necesidad de hacer cambios en la forma de limpieza, para lo cual se recurre actualmente a lavados manuales con desarme.

4.6.1. Estructura del sistema CIP de la máquina

Actualmente la máquina doypack automático tiene instalado los siguientes componentes que hacen parte del sistema CIP instalado, el cual no se ha puesto en marcha por la dificultad del manejo de válvulas y bombas de manera manual.

Adicional a los elementos instalados, se detecta la falta de accesorios, tuberías, conexiones eléctricas e hidráulicas, para el funcionamiento automático del sistema CIP, que hacen parte del diseño objetivo de este proyecto.

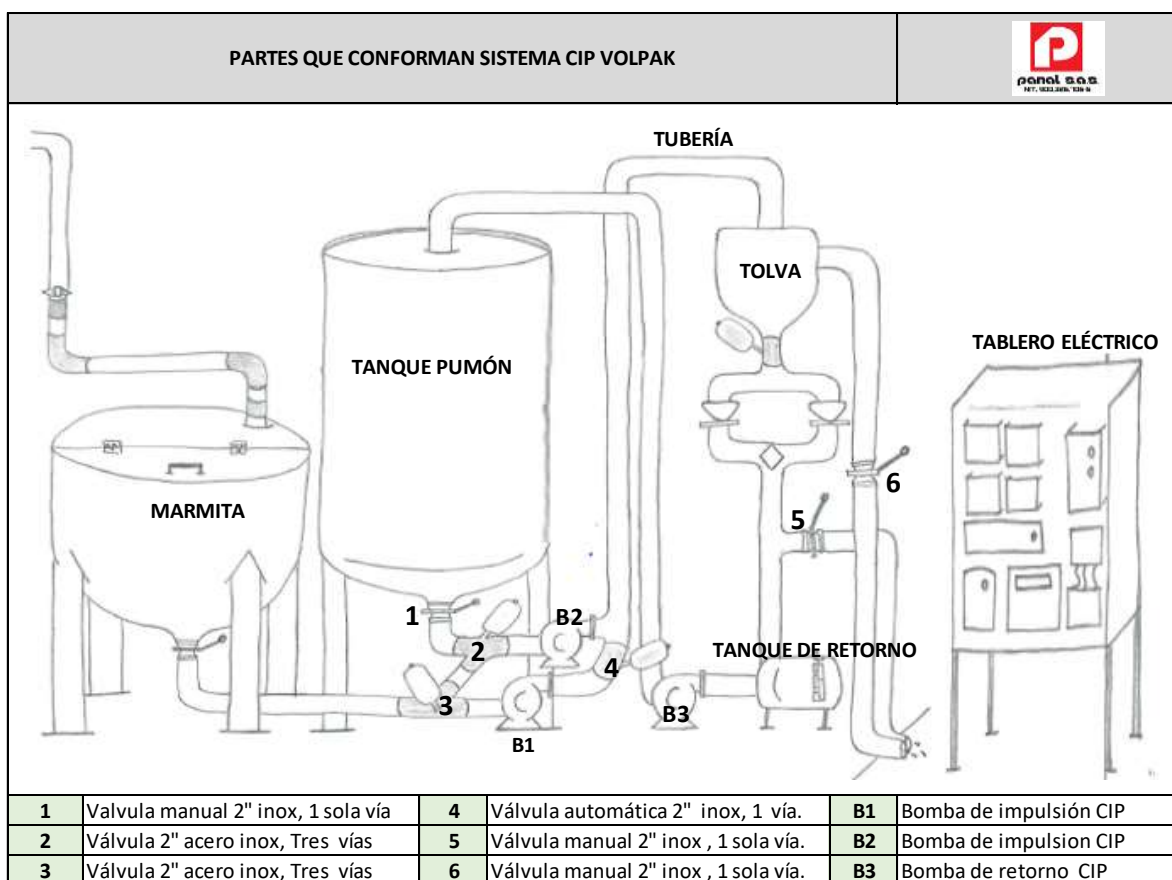


Imagen 3. Partes que conforman el sistema CIP

Fuente: Elaboración propia

Es importante conocer a detalle cual es la función de cada elemento, pues conceptualmente nos posibilita entender mejor el funcionamiento del sistema de limpieza.

4.6.1.1. Marmita

Una marmita es una olla de metal cubierta con una tapa que queda totalmente ajustada. Se utiliza generalmente a nivel industrial para procesar alimentos, posee una chaqueta o camisa de vapor que funciona como cámara de calentamiento de agua, rodeando el recipiente y el calor se difunde de forma circular a una presión determinada. El vapor es suministrado por una caldera.



Imagen 4. Marmita máquina Doy pack automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.2. Tanque pulmón

El tanque pulmón o tanque de almacenamiento es una estructura de acero inoxidable y que, generalmente tiene forma cilíndrica, son usados para almacenar y/o preservar temporalmente un producto en condiciones seguras durante el ciclo de producción, el depósito de almacenamiento equilibra los primeros y últimos procesos de manera tal que reduce las pérdidas de productos y aumenta la eficiencia.



Imagen 5. Tanque pulmón Doy pack automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.3. Tubería

Conducto de materia prima que generalmente es de acero inoxidable, característica que elimina la posibilidad de contaminación cruzada de producto y posibilidad corrosiva. Son ampliamente utilizados en la industria de alimentos, son resistentes, y tienen la capacidad de soportar temperaturas y presión extremas, así como elementos destructivos.



Imagen 6. Tubería acero inox 2" Doy pack automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.4. Tolva

Recipiente que tiene características similares a un embudo de gran tamaño o un cono invertido, cuenta con un punto de salida de materia prima en el parte inferior destinado al depósito y canalización de materiales granulares y/o pulverizado de tal forma que facilita la descarga poco a poco entre las piezas del mecanismo destinado a triturarlos, molerlos, limpiarlos y clasificarlos.



Imagen 7. Tolva Doy pack automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.5. Tablero eléctrico o gabinete

Un tablero eléctrico es una caja metálica que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma o señalización con sus cubiertas y soportes correspondientes; tienen la función específica dentro de un sistema eléctrico ser soporte fijo para la automatización y programación de los ciclos de funcionalidad del sistema CIP.



Imagen 8. Tablero eléctrico planta Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.6. Tanque de retorno

El tanque de retorno tiene la función de dar paso continuo al flujo de agua por medio de acción mecánica y fuerza programada.



Imagen 9. Tanque de retorno, Doy pack automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.7. Bombas de impulsión

La bomba de impulsión es una máquina generadora que transforma la energía con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve, este puede ser

líquido, pastoso o sólido. La bomba dentro del sistema CIP tiene la función de incrementar la presión del material pastoso, impulsando energía y velocidad.



Imagen 10. Bombas de impulsión, Doy pack automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.8. Válvulas manuales

Elemento mecánico que se emplea para regular, permitir o impedir el paso de fluido a través de una instalación industrial de cualquier tipo. Este tipo de válvulas se caracterizan por necesitar de mano de obra de operario para su funcionamiento.



Imagen 11. Válvulas manuales, Doy pack automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

4.6.1.9. Válvulas automáticas

Este tipo de válvulas se encargan de iniciar, detener o regular el paso del material mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos, es decir, son válvulas accionadas hidráulicamente por la presión de la tubería o de una fuente externa.



Imagen 12. Válvula automática Panal S.A.S
Fuente: Planta Panal S.A.S

5. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos iniciales del proyecto se hicieron actividades de gestión, basados en la metodología de desarrollo de proyectos definido por la compañía, en los cuales se incluye:

- Definición de necesidades
- Estructura de desglose del trabajo: EDT
- Recopilación de información para presupuesto y cronograma del proyecto
 - ✓ Gestión con proveedores
- Generación de cronograma y presupuesto
- Comunicación y gestión del cambio

5.1. Definición de la necesidad:

Se realizó una reunión con el objetivo de escuchar justificaciones del porque se requiere un sistema de limpieza CIP en el punto y las ventajas tan significativas a nivel económico, recurso, producción, insumos, tiempo y seguridad en los puestos de trabajo; se basó en la propuesta de planificación del proyecto según las recomendaciones y sugerencias del cambio realizada por el área de BPM.

5.2. Estructura de desglose del trabajo: EDT

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos, además, permite establecer un cronograma y presupuesto adecuado para la realización de los trabajos. Para la estructuración del EDT del proyecto se tuvo en cuenta los conceptos técnicos recomendados por el área de mantenimiento donde se definieron los implementos faltantes para el sistema CIP y los ciclos operativos que se deben tener en cuenta para programar y automatizar el proceso de limpieza de la máquina Doy Pack. Además, se definieron los requerimientos necesarios, que faltan para la automatización del sistema CIP de la máquina Doy Pack.

1. Red de conexiones interna
2. Conexión agua a marmita
3. Fabricación de gabinete, tablero de control eléctrico
4. Conexiones eléctricas y de control
5. Automatización sistema CIP

Cada paquete de trabajo tiene unos ítems de implementos que se deben adquirir para el funcionamiento del sistema, se definieron las cantidades y el precio unitario,

estos se solicitaron en almacén de repuestos PANAL S.A.S y otros con ayuda de proveedores.

5.3. Recopilación de información para presupuesto y cronograma del proyecto

Fueron obtenidos los costos asociados siguiendo los procedimientos establecidos en PANAL S.A.S para solicitud de cotizaciones de servicios y requisiciones de insumos, teniendo gestión de proveedores y trabajo estrecho con el almacén de repuestos.

Para obtener el presupuesto del proyecto se tuvo en cuenta toda la gestión con proveedores mediante solicitud de cotizaciones, cuadro comparativo, cuadro resumen mediante la matriz de evaluación y finalmente se seleccionó el proveedor que más se ajustaba al requerimiento del trabajo. En este punto se proyecta un cronograma de trabajo de cumplimiento.

5.3.1. Gestión con proveedores

A continuación, se describen el paso a paso de cómo se realizó el presupuesto y cronograma del proyecto “diseño de automatización del sistema CIP en la máquina doypack, de la empresa Panamericana de alimentos”

5.3.1.1 Solicitud de cotizaciones:

Una vez definidos los paquetes de trabajo se procedió a hacer solicitud de cotización de la mano de obra para las conexiones faltantes, haciendo la aclaración que Panal dispondrá de todos los implementos para el ensamble del trabajo. Este procedimiento se hace por medio escrito y se envía la solicitud vía correo donde se le especifica al proveedor la necesidad; se debe hacer de la forma más clara y detallada posible soportado en imágenes, planos, esquemas y medidas reales.

Algunos proveedores sienten la necesidad de visitar las instalaciones de Panal, en el punto de trabajo para verificar medidas, detalles, cantidades, formas de trabajo y espacios para proceder con la propuesta de cotización ya que muchas veces la solicitud escrita no le aclara sus dudas técnicas. En este sentido, se sostuvo reuniones con proveedores que lo requirieron, brindando la información requerida frente a la solicitud expuesta.

5.3.1.2 Cuadro comparativo

El cuadro comparativo tiene el objetivo de relacionar la requisición solicitada con la propuesta del proveedor, se determinó variables de cumplimiento a nivel técnico y económico, en este punto, se les solicitó a algunos proveedores descuentos, aclaraciones técnicas o si era necesario una versión dos (2) de la cotización.

5.3.1.3 Cuadro resumen

El cuadro resumen se soporta en la información del cuadro comparativo, tiene el objetivo de seleccionar al proveedor. Este procedimiento se hizo en formato estándar “Matriz de evaluación” utilizado en el área de proyectos, Panal. De forma resumida se le suministró información del proveedor como cumplimiento técnico, criterios de costos, tiempo, alcance y, de forma porcentual el formato concluye cual es la propuesta más favorable.

5.3.1.4 Selección del proveedor para la mano de obra del trabajo

Actividades enfocadas en crear canales de comunicación empresa/ proveedor donde el objetivo es hacer uso de un servicio externo y satisfacer una necesidad de trabajo en la empresa PANAL S.A.S. Para seleccionar el proveedor que realizará el trabajo se hizo por medio de cuadro comparativo y cuadro resumen.

5.3.1.5 Costos de insumos (Almacén de repuestos PANAL S.A.S):

Con ayuda de los proveedores y Jefe de mantenimiento del Panal se hizo el desglose de lista de materiales e insumos faltantes relacionados con los precios, se acordó que la organización compra todos los implementos y solo se contrata servicio externo (proveedores) para la mano de obra y ensamble del trabajo. En este sentido, una vez aprobado el EDT por parte del comité gerencial de la compañía se procede a adquirir los insumos y materiales en el almacén, este proceso se hace por medio del Software ERP.

Este soporte informático tiene la función, entre tantas, de hacer la requisición de insumos y materiales para que el almacén genere una orden y todas las gestiones de compra. Además, posibilita hacer la trazabilidad de la compra, precios, nombres técnicos de la necesidad y más funciones.

Esta dependencia pertenece al área de mantenimiento tiene la función, entre tantas de hacer toda la gestión de compras de insumos y materiales que requiere la compañía.

El PSL tiene es un Software que el área de proyectos tiene acceso y ofrece la posibilidad de hacer las requisiciones o pedidos al área del almacén, hacer seguimiento y trazabilidad de los insumos pedidos. Esta plataforma será base para la gestión de solicitud de compra de implementos faltantes para el proyecto.



Imagen13. Software PSL

Fuente: ERP Panal S.A.S

5.4 Generación de cronograma y presupuesto

Teniendo la información anterior recopilada, se procede a complementar el EDT con los costos más favorables, que presente cumplimiento técnico, y los tiempos establecidos para la ejecución del trabajo, teniendo presente la interacción de precedencia entre actividades.

Son definidas actividades de gestión para el diseño de automatización del sistema CIP, se estimó un tiempo para cada actividad, controlando su cumplimiento en semanas por medio de metodología diagrama de Gantt.

5.5 Comunicación y gestión del cambio

La gestión del cambio tiene el objetivo de socializar a todas las partes interesadas de la empresa Panamericana de alimentos S.A.S el proyecto, ilustrando los cambios propuestos y su alcance, a la vez escribir las observaciones técnicas y de mejora. Es un documento escrito que expone resumidamente el proyecto y al final contempla las firmas de los Jefes de cada área interesada. Se realizó la gestión del cambio, socializando a las diferentes áreas el proyecto.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS


Con la metodología anterior se obtienen los siguientes resultados:

6.1 Definición de necesidades:

Teniendo en cuenta la clasificación de los sistemas CIP de limpieza, el sistema CIP de la máquina Doy Pack será semiautomático por las características de algunas válvulas ya que hay manuales y automáticas, es decir, se requiere mano de obra para complementar los ciclos de limpieza. En este sentido, para la automatización y control del sistema de limpieza se definieron cuatro (4) ciclos de limpieza.

1. Enjuague Máquina
2. Enjuague tanque
3. Sistema CIP
4. Operación CIP

El siguiente cuadro ilustra la dinámica de la automatización donde las válvulas y bombas juegan un papel fundamental para el funcionamiento del sistema.

AUTOMATIZACIÓN SISTEMA CIP DOY PACK AUTOMÁTICA				
CICLOS CIP				
V ó B	1.Enjuague Volpak	2.Enjuague tanque	3.C. I.P	4.OPERACIÓN
V1	Desconectar tubo	Desconectar el tubo	Conectar tubería	
V2				o
V3	o	o		o
V4		o	o	o
V5	x	x	x	x
B1	o	o	o	
B2				o
CIP Volpsk				o
B3	o		- Control de nivel	
V7			- o Control de nivel	
V6		o	o	o

x	Indiferente
	Abierto
o	Cerrado

V	Válvula
B	Bomba

Cuadro 1. Ciclos automatización CIP
Fuente: Elaboración propia

Para entender a detalle cada ciclo, se muestra en cada uno un esquema el comportamiento funcional de cada elemento que compone el sistema CIP de la máquina Doy pack como válvulas manuales válvulas automáticas, tanque de retorno, bombas de impulsión, tubería, marmita, tanque pulmón, tolva, canal al desagüe.

6.2 EDT estructura de desglose del trabajo:

De acuerdo con las necesidades establecidas en la etapa anterior, se detallan en el siguiente esquema del CIP los implementos faltantes en cuanto a red de conexiones internas, conexión de agua a marmita, conexiones eléctricas y automatización del sistema de limpieza.

De igual forma se muestra la ubicación final de implementos faltantes de automatización sistema CIP.

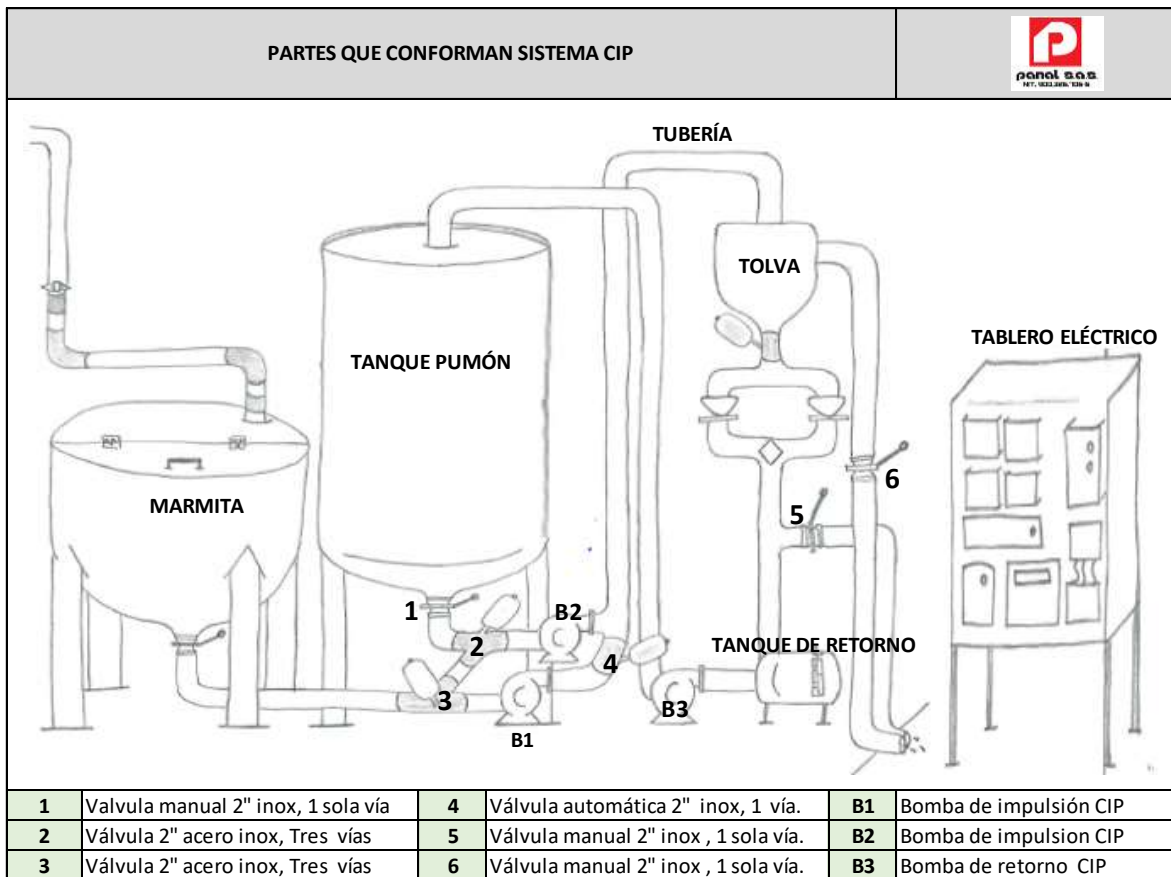






















Imagen 14. Ubicación final de implementos faltantes de automatización CIP

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro se relacionan a detalle los implementos faltantes para la automatización CIP máquina Doy Pack automática.

DETALLES DE IMPLEMENTOS FALTANTES AUTOMATIZACIÓN CIP						
N°	Item	Lugar	Detalle	Necesidad	¿Para que?	Cantidad
1	Red de conexiones interna	Tanque pulmón	1 	Tubería en acero inox 2"	Conectar válvula 2 con la Válvula 3	6 m
			2 	Válvula 2" acero inox, Tres vías	Conectar marmita a bomba 2 y de tanque a bomba 2	1
			3 	Válvula 2" acero inox, Tres vías	Conectar del tanque a Bomba 1 o Bomba 2	1
			4 	Válvula automática 2" Acero inox, 1 sola vía.	Conectar la salida de la Bomba 2	1
		Tolva	5 	Válvula manual 2" acero inox , 1 sola vía.	Conectar la tolva al desagüe	1
			6 	Válvula manual 2" acero inox , 1 sola vía.	Conectar al desagüe	1
2	Conexión agua a marmita	Marmita	A 	Unión Acero inox 1.1/2"	Unir salida de agua potable actual con tubería nueva	1
			B 	Tubería acero inox 1.1/2"	Conectar desde la salida de agua potable hasta la entrada de la marmita	6 m
			C 	Codos en acero inox 1.1/2"	Unir partes de tubería	2
			D 	Reducción de 2" a 1.1/2" en acero inox	Conectar la tubería con entrada a marmita	1
3	Conexiones eléctricas y de control	conexión eléctrica	E1 	Tablero eléctrico en acero inox (70x90x30)	Soporte para instalaciones eléctricas.	1
			E2 	Variadores de Frecuencia 4kw (5HP) 220VAC 13.6A	Uso en las dos (2) bombas de impulsión	2
			E3 	Variador de Frecuencia 3kw (4HP) 220VAC 10.3A	Uso en las dos (2) bombas de impulsión	1
			E4 	Controles de nivel Marca Schneider	Pra controlar el nivel de las bombas	2
			E5 	Variador de velocidad Marca Schneider	Determiar la velocidad.	1
			E6 	Botoneras Marca Schneider	permiten pulsar por medio de señales el arranque y parada de las bombas	1
			E7 	Salidas analogas PLC, Marca Omron	Funcionamiento del sistema CIP	1
			E8 	PLC,16 entradas y 16 salidas digitales, marca Omron	Controlador lógico programable del sistema CIP	1
			E9 	HMI (pantalla)	Mostrar información operativa en tiempo real del sistema CIP	1
4	Automatización	Sistema CIP	1 	Comprar software para sistema CIP	Funcionamiento del sistema CIP	1
			2	Conexión/instalación software	Funcionamiento del sistema CIP	1
			3	Puesta en marcha sistema CIP	Funcionamiento del sistema CIP	1

Cuadro 2. Detalles de implementos faltantes automatización CIP

Fuente: Elaboración propia


6.3 Presupuesto y cronograma

6.3.1 Gestión con proveedores

Se realizaron las siguientes gestiones con los proveedores.

6.3.1.1 Solicitud de cotizaciones

El siguiente cuadro resume las cotizaciones de mano de obra necesarias para la automatización del sistema, para cada paquete de trabajo es identificado el proveedor, precio IVA incluido y el número de cotización; para cada trabajo se hizo la solicitud de cotización de tres (3) proveedores.

COTIZACIONES MANO DE OBRA TRABAJOS NECESARIOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CIP					
1	Instalación de implementos de red conexiones internas (Tubería, válvulas, Conexión agua a marmita)	Proveedor	A	B	C
		Precio + IVA	\$ 1,406,580	\$ 1,900,430	\$ 4,426,800
		Cotización	N° 0039	C-1-3805	1891 - 1892
3	Fabricación de gabinete soporte de conexiones eléctricas	Proveedor	A	B	C
		Precio + IVA	\$ 4,034,100	\$ 4,981,340	\$ 6,794,900
		Cotización	C -1197	C-1-3798	1894
4	Instalación de implementos eléctricos	Proveedor	A	B	C
		Precio + IVA	\$ 2,570,000	\$ 2,549,075	\$ 2,618,000
		Cotización	N° 0037	3733V2	30/06/2020
5	Automatización sistema CIP	Proveedor	A	B	C
		Precio + IVA	\$ 5,997,600	\$ 1,618,400	\$ 6,340,320
		Cotización	N° 0036	3733V2	N° 0336

Cuadro 3. Cotizaciones de mano de obra trabajos necesarios.


Fuente: Elaboración propia

6.3.1.2 Cuadro comparativo

Descritos los cuadros comparativos por cada paquete de trabajo, necesidad de mano de obra de conexiones e instalaciones en el punto. Estos cuadros comparan las ofertas en términos económicos y cumplimiento técnico, no hay un estándar para su elaboración ya que cada trabajo varía dependiendo la requisición de la solicitud de cotización por Panal S.A.S, como resultado se puede definir si cumple o no cumple lo requerido.


Relacionados los cuadros comparativos de los siguientes paquetes de trabajo:

1. Cuadro comparativo mano de obra conexiones de tubería, válvulas y accesorios faltantes.
2. Cuadro comparativo mano de obra fabricación de gabinete para conexiones eléctricas
3. Cuadro comparativo mano de obra conexiones eléctricas y de control.
4. Cuadro comparativo mano de obra automatización del sistema CIP.

CUADRO COMPARATIVO COTIZACIONES MANO DE OBRA CONEXIONES DE TUBERÍA, VÁLVULAS Y ACCESORIOS FALTANTES.				
Proveedor		A	B	C
Precio total + IVA		\$ 1,406,580	\$ 1,900,430	\$ 4,426,800
1. TUBERÍA PARA INGRESO DE AGUA POTABLE A MARMITA				
Cotización		N° 0039	C-1-3805	N° 1891
Variable	Requisición Panal	Propuesta de cotización		
Conexión ingreso de agua a marmita.	Mano de obra conexión de tubería y accesorios	Sólo mano de obra, Incluye perforación en tanque para ingreso de tubería en marmita.	Servicio de mano de obra para la fabricación y montaje de tuberías para el sistema CIP Volpak	Fabricación y ensamble de muñeco para ingreso de agua potable a marmita, 4 Soldadura de accesorios 1. 1/2" y 1 rosca.
Precio + IVA		\$ 456,960	\$ 1,900,430	\$ 987,700
2. TUBERÍA E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS – SALIDA TANQUE PULMÓN				
Cotización		N° 0039	C-1-3805	N° 1892
Conexión tubería y válvulas salida de tanque pulmón	Mnao de obra instalación de tubería y válvulas flatantes en salida tanque pulmón	Solo mano de obra incluyendo unión de válvulas 3 vias por medio de tubería 2". Para unirse a lo existente.	Servicio de mano de obra para la fabricación y montaje de válvulas para el sistema CIP Volpak	Montaje de válvulas y tubería, ferular, 3 pegas para ferular cada válvula de tres vias (v1, v2) con 4 pegas a tubería 4 pegas para instalación de válvula 2 y 3. dos (2) pegas para fabricación de niple.
Precio + IVA		\$ 949,620	\$ -	\$ 3,439,100


Cuadro 4. Cuadro comparativo mano de obra conexiones internas

Fuente: Elaboración propia


CUADRO COMPARATIVO COTIZACIONES FABRICACIÓN DE GABINETE PARA CONEXIONES ELÉCTRICAS				
Proveedor		A	B	C
Precio + IVA		\$ 4,034,100	\$ 4,981,340	\$ 6,794,900
Cotización		C -1197	C-1-3798	1894
Variable	Requisición Panal	Propuesta de cotización		
Material tablero	Lamina en acero inox, calibre 14	Lamina calibre 14 acero inoxidable AISI 304	Lamina calibre 14 acero inoxidable con doble fondo	Lamina acero inox, calibre 14
Cuadro gabinete	Dimensiones Altura: 90 cm Ancho: 70 cm Profundidad: 35 cm	Cumple	Cumple según plano enviado.	fabricación de tablero eléctrico según dimensiones enviadas, cumple.
	Techo con desnivel	Techo inclinado	No especifica	No especifica
Patás	Dimensiones: Altura: 96 cm Ancho: 8 cm Profundidad: 3 cm	Cumple	Tubo rectangular de 40 X 80 Inox, No cumple.	fabricación de tablero eléctrico según dimensiones enviadas, cumple.
	Dos (2) patas, perfil en C	Según diseño solicitado, cumple	No especifica	Patás en lamina acero inox en C ,de 80x25 y platina de 3/16" con perforación de 3/8"
Puerta	Dimensiones : Altura: 90 cm Ancho: 68.5 cm	Según esquema de cotización , cumple	No especifican medidas	fabricación de tablero eléctrico según dimensiones enviadas
	Una sola puerta	Puerta con apertura hacia la derecha	Dos puertas frontales con chapa, No cumple.	No se especifica.

Cuadro 5. Cuadro comparativo mano de obra fabricación de gabinete

Fuente: Elaboración propia

CUADRO COMPARATIVO COTIZACIONES MANO DE OBRA CONEXIONES ELÉCTRICAS Y DE CONTROL				
Proveedor	A	B	C	
Precio + IVA	\$ 2,570,000	\$ 2,549,075	\$ 2,618,000	
Cotización	N° 0037	3733V2	30/06/2020	
Variable	Requisición Panal	Propuesta de cotización		
Conexión eléctrica y de control	Cableado eléctrico del sistema de CIP	Cableado de gabinete de control para CIP	Cableado al interior del tablero y los elementos necesarios para el control	Cableado general de tablero eléctrico con doble fondo, plc, módulos de entradas y salidas, relés interfaz, controles de nivel, elementos de control y potencia, pantalla HMI en puerta de tablero
	Parametrización de variadores e instalación neumática	No especifica	No especifica	Parametrización de variadores de velocidad con datos técnicos de motores y funciones de velocidad por salidas analógicas. Instalación neumática en general del sistema CIP
	Conexiones eléctricas en el tablero de control	Instalacion y cconfiguración de 3 variadores de velocidad	Conexiones eléctricas en sitio que comprende Tendido eléctrico para el accionamiento de las nuevas válvulas, sensores, bombas del sistema CIP	Instalación de botoneras eléctricas generales del sistema Realizar la instalación de acometida de alimentación desde tablero de potencia hasta tablero de control

Cuadro 6. Cuadro comparativo mano de obra conexiones eléctricas
Fuente: Elaboración propia

CUADRO COMPARATIVO COTIZACIONES MANO DE OBRA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CIP				
Proveedor		A convenir	B	C
Precio + IVA		\$ 5,997,600	\$ 1,618,400	\$ 6,340,320
Cotización		N° 0036	3733V2	N° 0336
Variable	Requisición Panal	Propuesta de cotización		
Programación ciclos	Programación enjuague Volpak	Programación Rutina Enjuague Volpak en PLC	Programación en PLC y HMI de sistema enjuague Volpak	Programación enjuague Volpak
	Programación enjuague tanque	Programación Rutina Enjuague Tanque en PLC	Programación en PLC y HMI de sistema sistema enjuague tanque	Programación enjuague tanque
	Programación sistema CIP	Programación Rutina Sistema CIP en PLC	Programación en PLC y HMI de sistema CIP	Programación sistema CIP
	Programación operación	Programación Rutina Operación en PLC	Programación en PLC y HMI de sistema CIP	Programación operación
Cotrol de válvulas y bombas	Parámetro tiempo	Enlace y direccionamiento de bits entre PLC, HMI, Bombas y válvulas	Ingreso de variable tiempo de trabajo	Programación parámetro tiempo
	Parámetro temperatura		Temperatura de operación	Programación parámetro temperatura
	Parámetro velocidad		No especifica velocidad	Programación de velocidad de bombas y control de nivel para el tanque
Pruebas y/o mimicos	Prueba y minicos	Elaboración de mimicos de los 4 ciclos en HMI	Pruebas en planta	Mímico de proceso en pantalla.
	Puesta en marcha el sistema CIP	No especifica	Puesta en servicio en planta	Ajustes de secuencia en campo, pruebas y puesta en marcha del proceso.
Condiciones generales	Tiempo de entrega	10 días	5 días	
	Forma de pago	A convenir	30 días	60 días

Cuadro 7. Cuadro comparativo mano de obra automatización sistema CIP

Fuente: Elaboración propia

6.3.1.3 Cuadro resumen

Teniendo en cuenta el formato estándar “Matriz de evaluación” utilizado en el área de proyectos, Panal S.A.S le suministró información del proveedor como cumplimiento técnico, criterios de costos, tiempo, alcance y, de forma porcentual el formato concluye cual es la propuesta más favorable. En los siguientes cuadros se podrá evidenciar el porcentaje de cumplimiento del proveedor seleccionado para cada paquete de trabajo.

P		MATRIZ DE EVALUACIÓN			FO-PROY-04 Version 1		
PROYECTO: Automatización sistema CIP máquina Volpak CENTRO DE COSTOS TRABAJO A REALIZAR Conexión de tubería y válvulas faltantes RESPONSABLE DEL TRABAJO María Carolina Saenz FECHA 11/07/2020							
		INFORMACION PROPONENTES			PROVEEDOR ELEGIDO	PROPUESTA MAS FAVORABLE A CUMPLIMIENTO: 67% COSTO \$ 1,406,580	
PROPONENTES		A	B	C			
N°Cotización		N° 0039	C-1-3805	N° 1891-1892			
		CALIFICACIÓN INDIVIDUAL			PROPUESTA MAS FAVORABLE		
Criterios		A	B	C			
COSTO		100%	24%	46%	PROVEEDOR ELEGIDO		
TIEMPO		0%	0%	0%			
ALCANCE TECNICO		100%	100%	100%	PROPUESTA MAS FAVORABLE		
Valor Promedio:		\$ 2,577,937	Tiempo Promedio:				
		CALIFICACIÓN PONDERADA			PROPUESTA MAS FAVORABLE		
PONDERADO		A	B	C			
33%		33%	8%	15%	PROVEEDOR ELEGIDO		
33%		0%	0%	0%			
33%		33%	33%	33%	PROPUESTA MAS FAVORABLE		
		67%	41%	49%			
CUMPLIMIENTO TECNICO							
CRITERIOS TECNICOS A CUMPLIR		Peso	A	B	C	PESO CRITERIOS PARA PONDERAR	
Trabajo 1							
MO conexión tubería agua potable a marmita		1	1	1	1	COSTO 33%	
Trabajo 2							
MO conexión válvulas tanque salida tanque pulmón		1	1	1	1	TIEMPO 33%	
TOTAL		2	2	2	2		
% DE CUMPLIMIENTO			100%	100%	100%	ALCANCE TECNICO 33%	
TIEMPO DE ENTREGA							
		A	B	C	TOTAL 100%		
Tiempo Total en Dias							
COSTOS							
COSTOS		A	B	C	TIEMPO 33%		
Trabajo 1		\$ 384,000	\$ 1,597,000	\$ 830,000			
Trabajo 2		\$ 798,000	\$ -	\$ 2,890,000	ALCANCE TECNICO 33%		
IVA		\$ 224,580	\$ 303,430	\$ 706,800			
COSTO TOTAL		\$ 1,406,580	\$ 1,900,430	\$ 4,426,800	TOTAL 100%		

Cuadro 8. Cuadro resumen mano de obra conexión de tubería y válvulas faltantes
Fuente: Elaboración propia

P		MATRIZ DE EVALUACIÓN			FO-PROY-04 Version 1		
PROYECTO: Automatización sistema CIP máquina Volpak CENTRO DE COSTOS TRABAJO A REALIZAR Fabricación de tablero para conexiones eléctricas RESPONSABLE DEL TRABAJO María Carolina Saenz FECHA 11/07/2020							
		INFORMACION PROPONENTES			PROVEEDOR ELEGIDO	PROPUESTA MAS FAVORABLE A CUMPLIMIENTO: 67% COSTO \$ 4,034,100	
PROPONENTES		A	B	C			
N°Cotización		C-1197	C-1-3798	1894			
		CALIFICACIÓN INDIVIDUAL			PROPUESTA MAS FAVORABLE		
Criterios		A	B	C			
COSTO		100%	81%	59%	PROVEEDOR ELEGIDO		
TIEMPO		0%	0%	0%			
ALCANCE TECNICO		100%	40%	71%	PROPUESTA MAS FAVORABLE		
Valor Promedio:		\$ 5,270,113	Tiempo Promedio:				
		CALIFICACIÓN PONDERADA			PROPUESTA MAS FAVORABLE		
PONDERADO		A	B	C			
33%		33%	27%	20%	PROVEEDOR ELEGIDO		
33%		0%	0%	0%			
33%		33%	13%	24%	PROPUESTA MAS FAVORABLE		
		67%	40%	44%			
CUMPLIMIENTO TECNICO							
CRITERIOS TECNICOS A CUMPLIR		A	B	C	PESO CRITERIOS PARA PONDERAR		
Material acero inox, calibre 14		1	1	1			
Dimensiones gabinete 90X70X35 cm		1	1	1	COSTO 33%		
Techo con desnivel		1	0	0			
Dimensiones patas 96X8X3 cm		1	0,8	1	TIEMPO 33%		
Dos (2) patas, perfil en C		1	0	1			
Dimensiones puerta 90X 68,5 cm		1	0	1	ALCANCE TECNICO 33%		
Una (1) sola puerta		1	0	0			
TOTAL		7	2,8	5	TOTAL 100%		
% DE CUMPLIMIENTO		100%	40%	71%			
TIEMPO DE ENTREGA							
		A	B	C	TIEMPO 33%		
Tiempo Total en Dias							
COSTOS							
COSTOS		A	B	C	ALCANCE TECNICO 33%		
Subtotal		\$ 3,390,000	\$ 4,186,000	\$ 5,710,000			
IVA		\$ 644,100	\$ 795,340	\$ 1,084,900	TOTAL 100%		
COSTO TOTAL		\$ 4,034,100	\$ 4,981,340	\$ 6,794,900			

Cuadro 9. Cuadro resumen mano de obra fabricación de gabinete
Fuente: Elaboración propia

		MATRIZ DE EVALUACIÓN			FO-PROY-04 Version 1
PROYECTO: Automatización sistema CIP máquina Volpak CENTRO DE COSTOS TRABAJO A REALIZAR Conexión eléctrica y de control RESPONSABLE DEL TRABAJO María Carolina Saenz FECHA 11/07/2020					
PROponentes		INFORMACION PROponentes			PROVEEDOR ELEGIDO
N°Cotización	A	B	C		
	N° 0037	3733V2	30/06/2020		PROPUESTA MAS FAVORABLE C CUMPLIMIENTO: 33% COSTO 2,618,000
Criterios		CALIFICACIÓN INDIVIDUAL			PROVEEDOR ELEGIDO
	A	B	C		
COSTO	0%	0%	0%		
TIEMPO	0%	0%	0%		
ALCANCE TECNICO	67%	67%	100%		
Valor Promedio: \$		2,741,792		Tiempo Promedio:	
CUMPLIMIENTO TECNICO					
CRITERIOS TECNICOS A CUMPLIR	A	B	C		
Cableado eléctrico sistema CIP	1	1	1		
Conexiones eléctricas en el tablero	1	1	1		
Parametrización e instalación neumática	0	0	1		
TOTAL	2	2	3		
% DE CUMPLIMIENTO	67%	67%	100%		
TIEMPO DE ENTREGA					
	A	B	C		
Tiempo Total en Dias					
COSTOS					
	A	B	C		
Trabajo 2	\$ 2,570,000	\$ 2,142,080	\$ 2,200,000		
IVA	\$ 488,300	\$ 406,995	\$ 418,000		
COSTO TOTAL	\$ 3,058,300	\$ 2,549,075	\$ 2,618,000		
				PESO CRITERIOS PARA PONDERAR COSTO 33% TIEMPO 33% ALCANCE TECNICO 33% TOTAL 100%	

Cuadro 10. Cuadro resumen mano de obra conexiones eléctricas y de control
Fuente: Elaboración propia

		MATRIZ DE EVALUACIÓN			FO-PROY-04 Version 1
PROYECTO: Automatización sistema CIP máquina Volpak CENTRO DE COSTOS TRABAJO A REALIZAR Automatización y control CIP/Volpak RESPONSABLE DEL TRABAJO María Carolina Saenz FECHA 11/07/2020					
PROponentes		INFORMACION PROponentes			PROVEEDOR ELEGIDO
N°Cotización	A	B	C		
	N° 0036	3733V2	N° 0336		PROPUESTA MAS FAVORABLE B CUMPLIMIENTO: 96% COSTO 1,618,400
Criterios		CALIFICACIÓN INDIVIDUAL			PROVEEDOR ELEGIDO
	A	B	C		
COSTO	27%	100%	26%		
TIEMPO	50%	100%	100%		
ALCANCE TECNICO	75%	88%	100%		
Valor Promedio: \$		4,652,107		Tiempo Promedio:	
CUMPLIMIENTO TECNICO					
CRITERIOS TECNICOS A CUMPLIR	A	B	C		
Programación enjuague Volpak	1	1	1		
Programación enjuague tanque	1	1	1		
Programación sistema CIP	1	1	1		
Programación operación	1	1	1		
Parámetro tiempo	0.5	1	1		
Parámetro temperatura	0.5	1	1		
Parámetro velocidad	0.5	0	1		
Pruebas y puesta en marcha	0.5	1	1		
TOTAL	6	7	8		
% DE CUMPLIMIENTO	75%	88%	100%		
TIEMPO DE ENTREGA					
	A	B	C		
Tiempo Total en Dias	10	5	5		
COSTOS					
	A	B	C		
Subtotal	\$ 5,040,000	\$ 1,360,000	\$ 5,328,000		
IVA	\$ 957,600	\$ 258,400	\$ 1,012,320		
COSTO TOTAL	\$ 5,997,600	\$ 1,618,400	\$ 6,340,320		
				PESO CRITERIOS PARA PONDERAR COSTO 33% TIEMPO 33% ALCANCE TECNICO 33% TOTAL 100%	

Cuadro 11. Cuadro resumen mano de obra automatización y control CIP
Fuente: Elaboración propia

6.3.1.4 Selección del proveedor para la mano de obra del trabajo.

La siguiente tabla consolida los proveedores seleccionados para cada trabajo, teniendo en cuenta la matriz de evaluación de los cuadros de resumen anteriormente relacionados.


PROVEEDORES SELECCIONADOS MANO DE OBRA TRABAJOS NECESARIOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CIP			
1	Conexión internas (Tubería, válvulas, Conexión agua a marmita)	Proveedor	A
		Precio + IVA	\$ 456,960
		Cotización	N° 0039
2	Conexión válvulas salida de tanque pulmón	Proveedor	A
		Precio + IVA	\$ 949,620
		Cotización	N° 0039
3	Fabricación de gabinete soporte de conexiones eléctricas	Proveedor	A
		Precio + IVA	\$ 4,034,100
		Cotización	C -1197
4	Instalación de implementos eléctricos	Proveedor	C
		Precio + IVA	\$ 2,618,000
		Cotización	30/06/2020
5	Automatización sistema CIP	Proveedor	C
		Precio + IVA	\$ 6,340,320
		Cotización	N° 0336

Cuadro 12. Cuadro proveedores seleccionados mano de obra de trabajos necesarios
Fuente: Elaboración propia

6.4 Generación de cronograma y presupuesto

6.4.1 Presupuesto por paquete de trabajo

El siguiente cuadro resume el costo asociado a cada paquete de trabajo

	EDT PROYECTO AUTOMATIZACIÓN CIP VOLPAK		FO-PROY-02
			Version 1
<i>Nombre:</i>	AUTOMATIZACIÓN CIP VOLPAK		
<i>Codigo:</i>	N/A		
<i>Presupuesto previsto:</i>	\$		66,498,287
<i>Presupuesto con aprovechamiento</i>	\$		58,328,287
<i>Tiempo previsto</i>			2.25 meses
Fuentes de información			
Los precios se solicitarón en almacén de PANAL S.A.S y con ayuda de proveedores. Los precios relacionados incluyen IVA.			
1. Red de conexiones interna			
			\$ 5,635,884
2. Conexión agua a marmita			
			\$ 1,310,809
3. Conexiones eléctricas y de control			
			\$ 53,203,117
4. Automatización			
			\$ 6,348,476

Cuadro 13. EDT proyecto automatización CIP / paquetes de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

El EDT proyecto automatización CIP a manera de resumen demuestra clasificación por paquetes de trabajo necesarios donde se le asignada un costo del trabajo proyectado posibilitando totalizar el costo del proyecto y así, definir el presupuesto previsto, siendo de \$66.498.287 IVA incluido.

Los paquetes de trabajo definidos son cuatro (4) y cada uno tiene su respectiva cotización y proveedor asignado para la mano de obra:

1. **Red de conexiones interna:** Mano de obra para instalación de tubería, válvula faltante en el sistema CIP.
2. **Conexión agua a marmita:** Instalación de muñecos, armado de tubería, codos y accesorios para la entrada de agua potable a la marmita
3. **Conexiones eléctricas y de control:** Mano de obra para la instalación de implementos eléctricos.
 - 3.1. **Fabricación de gabinete, tablero de control eléctrico:** Fabricación de soporte, estructura en acero inoxidable para facilitar las conexiones eléctricas del sistema CIP.

4. **Automatización sistema CIP:** Mano de obra para automatización del sistema de limpieza. Definidos 4 ciclos de operación del sistema CIP con asesoría técnica del Jefe Mantenimiento Panal S.A.S, el proveedor debe adaptarse a ellos para el proceso de programar y controlar.

6.4.2 Presupuesto por actividad

6.4.2.1 Estructura de desglose del trabajo, EDT:

El siguiente cuadro resume la estructura del trabajo para el proyecto “Diseño de automatización del sistema CIP en la máquina doy pack, de la empresa panamericana de alimentos”.

		EDT PROYECTO AUTOMATIZACIÓN SISTEMA CIP		FO-PROY-02	
				Version 1	
Nombre:		AUTOMATIZACIÓN CIP VOLPAK			
Codigo:		N/A			
Presupuesto previsto:		\$		\$	66,498,287
Presupuesto con aprovechamiento:		\$		\$	58,328,287
Tiempo previsto		2.25 meses			
Fuentes de información					
Los precios se solicitarán en almacén de PANAL S.A.S y con ayuda de proveedores. Los precios relacionados incluyen IVA.					
1. Red de conexiones interna					
N°	Item	Cant	\$/und	\$ total	
21	Instalación tubería(m) y válvulas faltantes (mano de obra)	1	\$ 3,439,100	\$	3,439,100
2	Válvula 2" automática acero inox , Tres vías	2	\$ 386,750	\$	773,500
3	Válvula manual 2" acero inox , 1 sola	2	\$ 152,672	\$	305,344
4	Tubería 2" acero inox	6	\$ 105,910	\$	635,460
5	Válvula automática 2" acero inox, 1 sola vía. Sim	1	\$ 482,480	\$	482,480
				\$	5,635,884
2. Conexión agua a marmita					
N°	Item	Cant	\$/und	\$ total	
1	Instalación tubería(m) y accesorios faltantes (mano de obra)	1	\$ 987,700	\$	987,700
2	Unión Acero inox 1.1/2"	1	\$ 36,771	\$	36,771
3	Tubería acero inox 1.1/2"	6	\$ 27,989	\$	167,933
4	Codos en acero inox 1.1/2"	2	\$ 34,986	\$	69,972
5	Reducción de 2" a 1.1/2" en acero inox	1	\$ 48,433	\$	48,433
				\$	1,310,809
3. Conexiones eléctricas y de control					
N°	Item	Cant	\$/und	\$ total	
1	Tablero de control eléctrico (70 ancho x90 altura y 30 profundidad, inox)	1	\$ 4,034,100	\$	4,034,100
2	Mano de obra de instalación	1	\$ 3,094,000	\$	3,094,000
3	Variadores de Frecuencia 4kw (5HP) 220VAC 13.6A marca Schneider	2	\$ 2,193,170	\$	4,386,340
4	Variador de Frecuencia 3kw (4HP) 220VAC 10.3A marca Schneider	1	\$ 2,193,170	\$	2,193,170
5	Control de nivel marca Schneider	3	\$ 1,172,150	\$	3,516,450
6	Variador de velocidad marca Schneider	1	\$ 2,193,170	\$	2,193,170
7	Botoneras marca Schneider	1	\$ 178,500	\$	178,500
8	Salidas analogas, Marca Omron	1	\$ 2,290,750	\$	2,290,750
9	HMI (pantalla)	1	\$ 2,540,000	\$	2,540,000
10	PLC,16 entradas y 16 salidas digitales marca Omron	1	\$ 5,630,000	\$	5,630,000
11	Manifold 5/2 x 10 Und (base), marca Midman	1	\$ 94,367	\$	94,367
12	electrovalvulas 5/2 de 1/4" a 24vdc	5	\$ 144,347	\$	721,735
13	conectores para electrovalvulas a 24vdc	5	\$ 140,430	\$	702,148
14	tapon para manifold placa	5	\$ 2,084	\$	10,418
15	Bandeja malla rejiband 60 x 60 mm doble barilla, inox	8	\$ 48,195	\$	385,560
16	bandejas malla de 54x100mm	3	\$ 60,642	\$	181,927
17	Borneras portafusiles para riel 2.5. mm; con fusil de 1AMP	16	\$ 24,098	\$	385,560
18	Borneras tipo riel 2.5 mm con puentes	40	\$ 15,470	\$	618,800
19	Borneras de tierra 2.5 mm	6	\$ 12,495	\$	74,970
20	Riel omega x 1 m	4	\$ 11,067	\$	44,268
21	Reles interfase, 24 vdc	16	\$ 523,124	\$	8,369,984
22	Terminales de pin N° 18	300	\$ 12,800	\$	3,840,000
23	PT100	1	\$ 386,155	\$	386,155
24	Transductor entrada PT100, salida 4 a 20 ma.	1	\$ 267,988	\$	267,988
25	Peine trifasico 12 circuitos Marca Schneider	2	\$ 115,430	\$	230,860
26	Fuente multivoltaje salida de 24 vdc 5 amp, Marca Schneider de riel	1	\$ 476,107	\$	476,107
27	terminales de pin #12awg	100	\$ 37,366	\$	3,736,600
28	Breaker de riel 1x 4amp marca schneider	4	\$ 21,420	\$	85,680
29	Breaker de riel 2x 10amp marca schneider	2	\$ 56,763	\$	113,526
30	Canaletas ranurada 40 x 60 mm	4	\$ 44,030	\$	176,120
31	Cable encauchetado 4x 12 awg.	50	\$ 8,568	\$	428,400
32	Cable de control N° 18 negro	100	\$ 595	\$	59,500
33	Cartucho panduit 025 (Termoencogible blanco)	3	\$ 83,538	\$	250,614
34	Cable de instrumentación 7 x 22 a pantalla A	30	\$ 7,378	\$	221,340
35	Unidad de mantenimiento con vaso regulador y filtro x 1/2 NTP	1	\$ 463,148	\$	463,148
36	Ventilador extractor con filtro a 220 Vdc 4 3/2"	2	\$ 124,831	\$	249,662
37	Pulsador hongo 1NC + 1NO MARCA Schneider	1	\$ 13,923	\$	13,923
38	Seccionador de 3 polos, 40 AMP Schneider	1	\$ 162,673	\$	162,673
39	Amarre plastico 10 cm blanco x 100 UND	2	\$ 8,092	\$	16,184
40	Racord 1/4 x 6mm Codo	10	\$ 4,641	\$	46,410
41	Racord 1/4 x 6mm	10	\$ 4,641	\$	46,410
42	Breaker riel 3 x 20 amp, Marca Schneider	3	\$ 95,200	\$	285,600
				\$	53,203,117
4. Automatización					
N°	Item	Cant	\$/und	\$ total	
1	Comprar software para sistema CIP	1	\$ 2,494,918	\$	2,494,918
2	Conexión/instalación software	1	\$ 2,494,918	\$	2,494,918
3	Puesta en marcha sistema CIP	1	\$ 1,358,640	\$	1,358,640
				\$	6,348,476

Cuadro 14. Estructura de desglose del trabajo, proyecto automatización CIP
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el EDT contempla 4 paquetes de trabajo: red de conexión interna, conexión de agua a marmita, conexión eléctrica y automatización del sistema de limpieza, cada paquete se le cotizó mano de obra y está desglosado por ítems de cada uno, donde se contempla los implementos e insumos necesarios para realizar el trabajo. Cada ítem relacionado tiene una necesidad, es decir, la cantidad requerida, un precio unitario con IVA incluido y un costo total.

6.4.3 Cronograma de ejecución automatización sistema CIP:

Mediante diagrama de Gantt y apoyado en el software *Project libre* es realizado el cronograma de ejecución del trabajo tanto para la compra de equipos y materiales implementos como para la mano de obra de los diferentes paquetes de trabajo. Estimados 2.5 meses para la ejecución del proyecto.

	Nombre	Dura...	Inicio	Termina...
1	Compra de implementos a red conexió interna	15 days	3/08/20 ...	21/08/20...
2	Mano de obra - Instalación red conexiones internas	5 days	22/08/20...	28/08/20...
3	Compra de implementos conexión agua a marmita	15 days	10/08/20...	28/08/20...
4	Mono de obra, conexión agua a marmita	6 days	28/08/20...	4/09/20 ...
5	Fabricación de gabinete conexiones eléctricas	11 days	17/08/20...	31/08/20...
6	Compra de implementos para conexiones eléctricas	15 days	10/08/20...	28/08/20...
7	Mano de obra -Instalación de implementos eléctricos	11 days	28/08/20...	11/09/20...
8	Comprar software para sistema CIP	11 days	4/09/20 ...	18/09/20...
9	Conexión/instalación software	9 days	18/09/20...	30/09/20...
10	Puesta en marcha sistema CIP	4 days	25/09/20...	30/09/20...

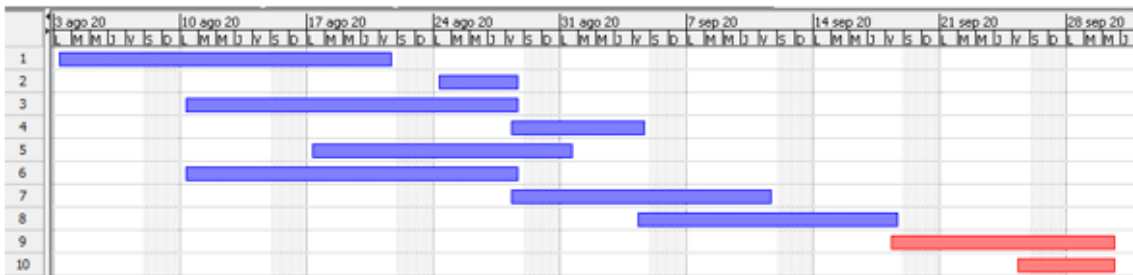


Imagen 15. Cronograma para la ejecución de mano de obra y compra de implementos
Fuente: Elaboración propia

6.5 Comunicación y gestión del cambio

Gestión del cambio tiene el objetivo de socializar el proyecto a todas las áreas interesadas de Panal S.A.S como Producción, Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Mantenimiento y el Jefe de Proyectos donde se le solicitó comentarios y recomendaciones a tener en cuenta

para realizar el trabajo. En la siguiente imagen relaciono el resultado de la gestión del cambio con vistos buenos, recomendaciones y las firmas de los Jefes de cada área:

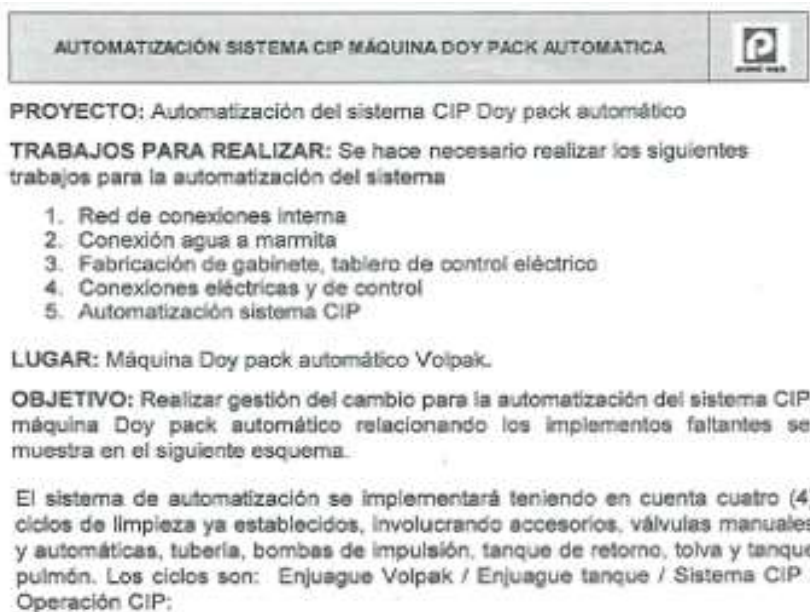
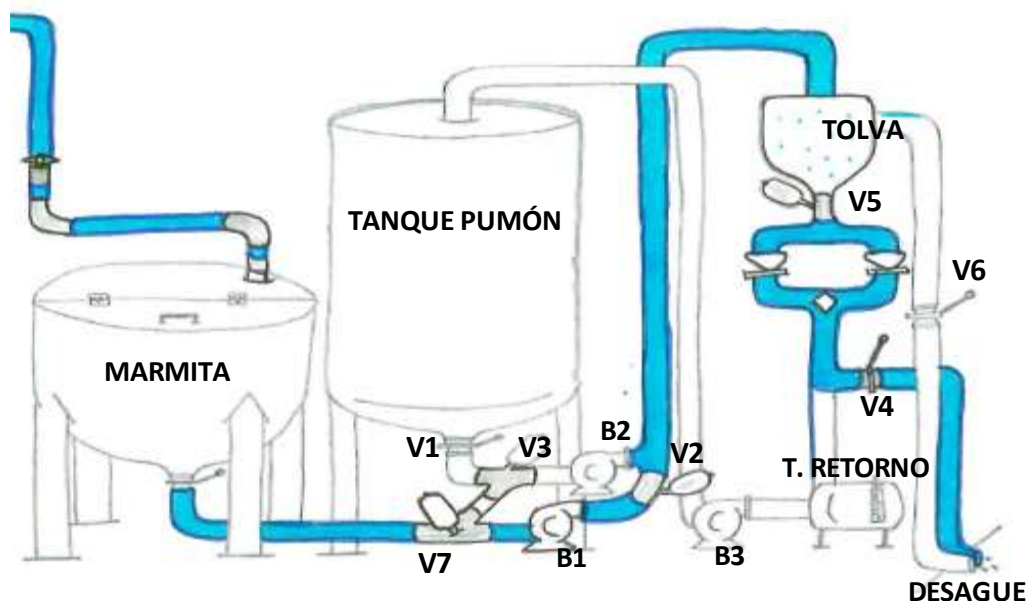


Imagen 16. Gestión del cambio con vistos buenos
Fuente: Elaboración propia

6.6 Solicitud de aprobación de inversión (SAI)

La solicitud de aprobación de inversión tiene como objetivo presentar ante el comité gerencial de la compañía el proyecto relacionando el objetivo, justificación y alcance. Además, resumidamente se presenta una descripción de la inversión, valor, tiempo de la ejecución de cada paquete de trabajo definido con anterioridad en el EDT, esto se presenta en USD (IVA incluido) y los principales riesgos identificados. Finalmente, el SAI contempla las firmas de las áreas gerenciales y dependencia financiera y contable.

AUTOMATIZACIÓN SISTEMA CIP MÁQUINA VOLPAK
CICLO 1. ENJUAGUE VOLPAK



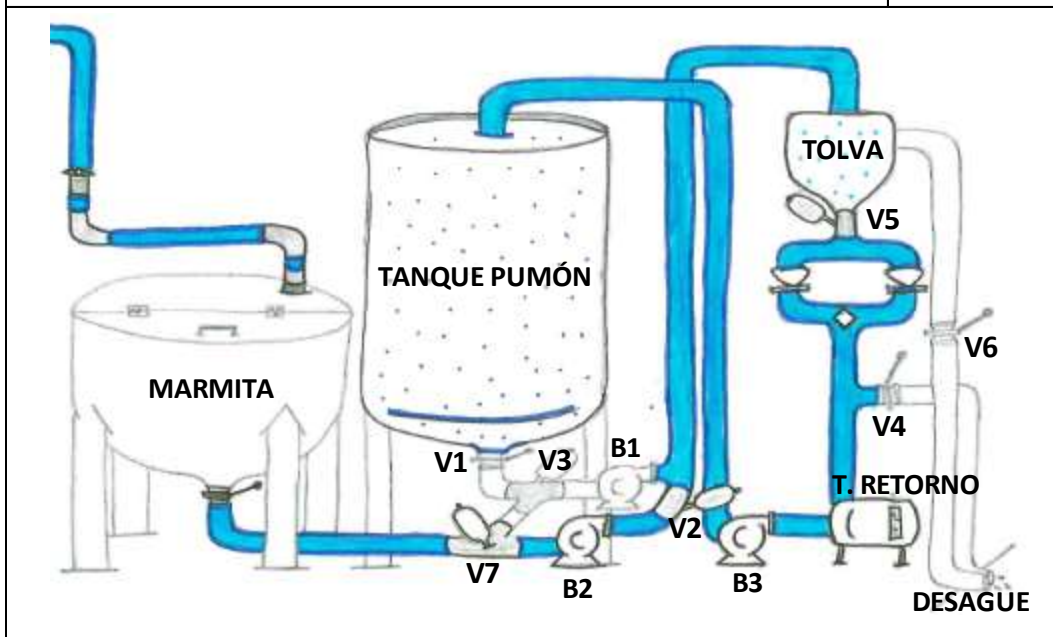
V1	V2	V3	V4	V5	B1	B2	CIP Volpak	B3	V7	V6
Desconectar tubo		O		x	O			O		
V	Válvula	B	Bomba			Abierto	o	Cerrado	x	Indifer.

Imagen 18. Ciclo1. Enjuague Máquina
 Fuente: Elaboración propia

6.7.2 Ciclo 2. Enjuague del tanque

Este ciclo tiene como objetivo limpiar el tanque pulmón y a su vez, la tolva, recipiente que contiene la materia prima del proceso. Un ciclo que inicia en la red de agua potable de la marmita y termina en el tanque pulmón, una circulación que necesita de válvulas automáticas, bomba de impulsión, tanque de retorno. El área de proyectos no define parámetros de tiempo y temperatura del ciclo ya que es responsabilidad directa del BPM.

AUTOMATIZACIÓN SISTEMA CIP MÁQUINA VOLPAK
CICLO 2. ENJUAGUE TANQUE



V1	V2	V3	V4	V5	B1	B2	CIP Volpak	B3	V7	V6
Desconectar el tubo		o	o	x	o					o
V	Válvula	B	Bomba			Abierto	o	Cerrado	x	Indifer.

Imagen 19. Ciclo 2. Enjuague tanque
 Fuente: Elaboración propia

6.7.3 Ciclo 3. Sistema CIP

Este ciclo tiene el objetivo de hacer circulación cerrada con soluciones de limpieza alternadas con agua, a través de los componentes de la línea de proceso, de acuerdo unas secuencias de agentes químicos, y parámetros de temperatura y tiempo establecidos previamente. Las soluciones de limpieza pasan a gran velocidad por la línea, generando la fricción requerida para eliminar la suciedad que aún está en el punto. Empleados productos químicos desinfectantes no espumosos, agentes alcalinos que principalmente se utilizan 3 compuestos químicos como: Soda cáustica (NaOH), Carbonato de sodio (Na₂CO₃) o Fosfato de sodio (Na₂PO₄), la concentración de este tipo de soluciones normalmente se encuentra entre 2 y 3% a un rango de temperatura de 70 °C a 85 °C. Por otra parte, generalmente son usados agentes ácidos que tienen la función de disolver sales y algunas proteínas, los ácidos de uso común son ácido nítrico (HNO₃) o ácido fosfórico (H₃PO₄) con una concentración de las soluciones que se encuentran entre los rangos del 1% al 2% y la temperatura entre 60 °C y 70°C. Es responsabilidad del

área del Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) garantizar el uso correcto de estos agentes alcalinos y ácidos.

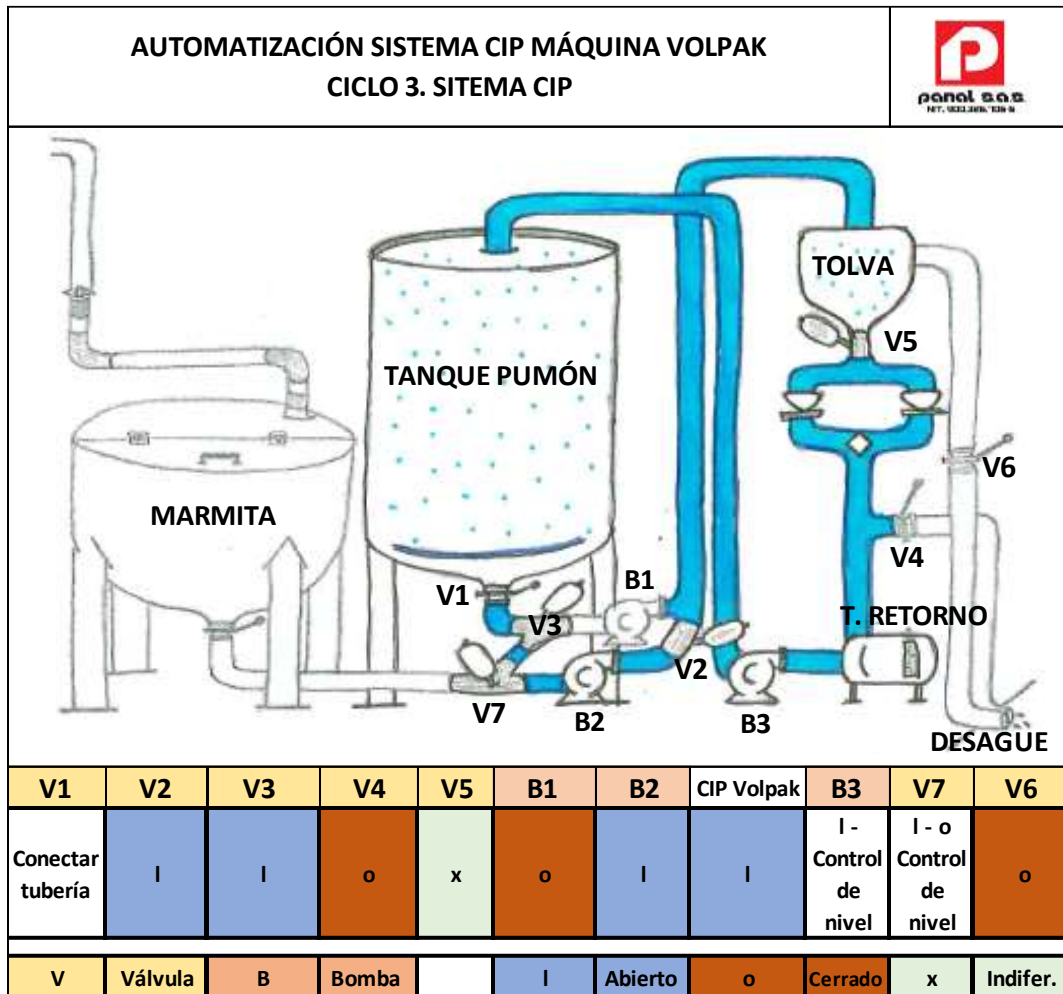


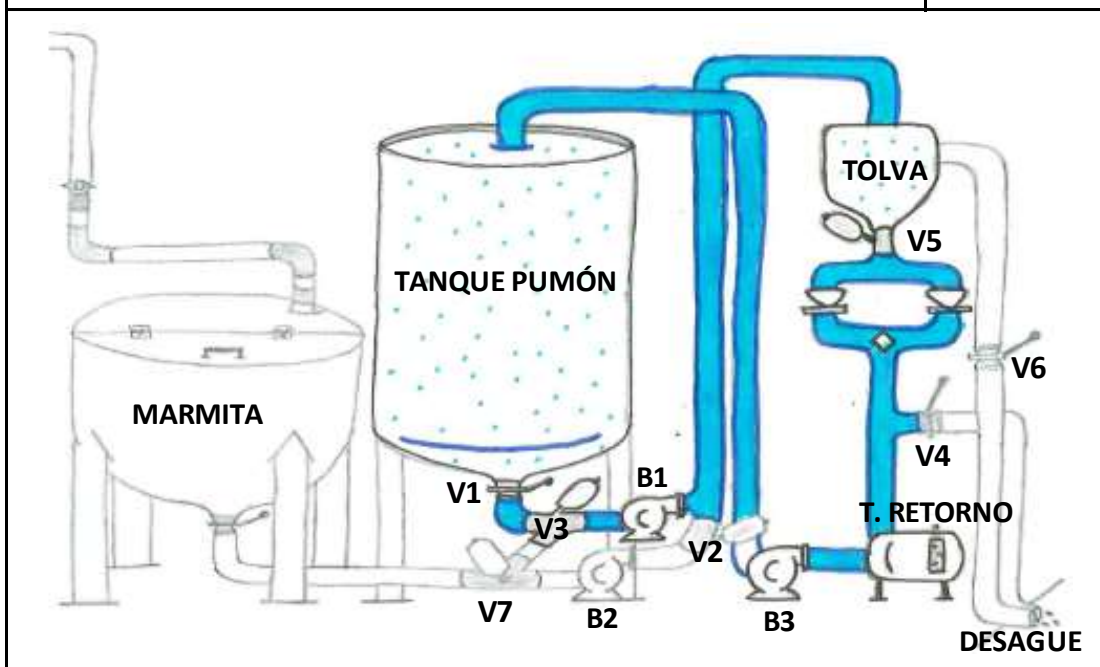
Imagen 20. Ciclo 3. Sistema CIP
Fuente: Elaboración propia

6.7.4 Ciclo 4. Operación sistema CIP

Este ciclo tiene la característica de tener una recirculación continua por determinado tiempo, en esta etapa se realiza la limpieza con desinfectante, y el Auxiliar de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) debe tomar la muestra de agua de enjuague para determinar el pH en el laboratorio y debe estar dentro del rango de 6.5 y 7.5, Dependiendo de los resultados, la línea es liberada para iniciar la producción.

Nota: El operario de la línea debe estar capacitado con anterioridad y cumplir con las medidas de seguridad y BPM.

**AUTOMATIZACIÓN SISTEMA CIP MÁQUINA VOLPAK
CICLO 4. OPERACIÓN CIP**



V1	V2	V3	V4	V5	B1	B2	CIP Volpak	B3	V7	V6
	o	o	o	x		o	o			o
V	Válvula	B	Bomba			Abierto	o	Cerrado	x	Indifer.

Imagen 21. Ciclo 4. Operación CIP
Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos el presupuesto EDT, la ubicación final de los implementos y los ciclos se continúa con el requerimiento de implementos faltantes en almacén Panal. Gestión del recurso humano, planifica las actividades y el cronograma de ejecución del proyecto.

6.8 Resultados proyectados

La máquina Doy Pack automática tiene un costo HM (Hora máquina) de \$222.895 y un costo HH (Hora hombre) de \$15.820, estos datos lo suministraron el área de costos posibilitando determinar el costo de tiempo de aseo de la máquina actual. Para definir los porcentajes de limpieza y desinfección (L&D) se tuvo en cuenta datos históricos de la máquina correspondientes a los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre del año 2019 posibilitando así graficar la distribución de tiempo de la Doy Pack, esta información la suministró en área de Control de Producción de Panal S.A.S.

6.8.1 Costo total de limpieza y aseo Doy pack

Teniendo en cuenta el costo de hora máquina y hombre de la Doy pack se pudo conocer el costo total del histórico de limpieza y desinfección de los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre del año 2019; estos históricos posibilitaron determinar el costo anual estimado que se gastaría la máquina en tiempo de aseo.

COSTO DE TIEMPO DE ASEO DOY PACK AUTOMÁTICA							
Etiquetas de fila	2019						
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
t L&D (min)	2949	2201	1466	1541	1893	1193	
Total general (min)	25103	19871	23734	26248	21040	20094	
% t L&D	12%	11%	6%	6%	9%	6%	
Costo HM L&D	\$ 10,955,289	\$ 8,176,532	\$ 5,446,068	\$ 5,724,687	\$ 7,032,337	\$ 4,431,896	
\$	222,895						
Costo HH L&D	\$ 3,110,212	\$ 2,321,321	\$ 1,546,141	\$ 1,625,241	\$ 1,996,484	\$ 1,258,217	
\$	15,820						
Costo total L&D	\$ 14,065,501	\$ 10,497,853	\$ 6,992,209	\$ 7,349,928	\$ 9,028,821	\$ 5,690,113	

Cuadro 15. Costo de tiempo de aseo Doy pack automático

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente gráfica se observa el porcentaje de tiempo de limpieza y costo total mensual de la máquina Doy Pack automática

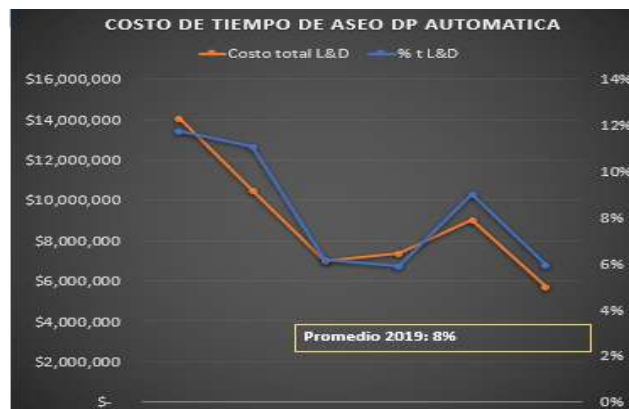


Imagen 22. Costo de tiempo de aseo DP automática

Fuente: Elaboración propia

6.8.2 Tasa de retorno de inversión (TIRS) anual

Este indicador nos posibilita proyectar en términos de tiempo en cuanto se podrá recuperar lo invertido en el proyecto. Teniendo en cuenta que el sistema de limpieza tiene la característica de ser semiautomático, teóricamente tiene el estimado de ahorrar un 20% los costos actuales, por lo tanto si se tiene en cuenta que en el EDT se definió un costo de inversión de \$ 66.498.287 y al implementar el sistema CIP hay una factibilidad de ahorro de \$21.449.770 y una proyección TIRS en 3.1 años.

TASA DE RETORNO DE INVERSIÓN (TIR)		
CIP semiautomático		
Estimado de ahorro		20%
Ahorro factible con implementación CIP	\$	21,449,770
Costo inversión	\$	66,498,287
Retorno (años)		3.1

Cuadro 16. Tasa de retorno de inversión
Fuente: Elaboración propia

6.8.3 Porcentaje de tiempo de limpieza y desinfección (L&D) actual

Con base a los datos históricos suministrados por el área de Control de Producción del año 2019 de las diferentes variables que interfieren en el funcionamiento de la máquina se logró determinar el tiempo productivo y el de limpieza y desinfección (L&D) manteniéndose dentro del rango de 6% a 12% sobre el total de tiempos productivos y otros de la máquina Doy pack automática; al implementar el sistema CIP minimizar un 20% los porcentajes de tiempo de limpieza.

Suma de Tiempo Minutos	2019-05	2019-06	2019-07	2019-08	2019-09	2019-10
Etiquetas de fila						
ACTIVIDAD DE REPROCESO				5		
ACTIVIDAD EN PROCESO					1	
AJUSTE Y CALIBRACION EN MARCHA	1201	736	850	989	666	969
AJUSTE Y CALIBRACION INICIAL	139	166	83	73	108	54
ALIMENTACION	1653	1421	1657	1886	1380	1407
ALISTAMIENTO LINEA	1543	1394	943	785	1125	752
ASEO DE RUTINA	390	261	184	563	92	239
ASEO FINAL LINEA	1406	807	523	756	768	441
CAMBIO DE ROLLO	862	531	820	748	604	593
ENSAYOS Y PRUEBAS		1	50		1	153
FALLA ELECTRICA	237	306	270	670	571	957
FALLA MECANICA	1457	596	1181	1540	407	1046
FALLA PROCESO DE PRODUCCION	5	12	52	19	22	54
FALTA DE EQUIPOS O PARTES				10	8	
FALTA DE MATERIALES SUMINISTROS		34	2			
FALTA DE PERSONAL		23	31	49	12	15
FALTA DE PRODUCTO	1			132	19	19
FALTA DE SERVICIOS		2	28		2	7
LIMPIEZA ADICIONAL BPM	23	408	566	687	366	514
MICROPAROS	1173	929	1042	939	751	816
REUNION Y CAPACITACION	80	109	209	270	62	160
TIEMPO DE TRANSFORMACION	14719	11702	15160	15983	13781	11742
MATERIAL DEFECTUOSO	21	236		29	166	84
TIEMPO EN ANALISIS Y BPM						
TIEMPO EN ANALISIS Y BPM	213	139	65	83	109	64
DEMORAS POR ANALISIS Y BPM		58	18	32	19	8
FALTA DE MATERIALES SUMINISTRO						
DEMORAS EN ALMACEN						
Total general	25103	19871	23734	26248	21040	20094
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Productivo	14719	11702	15160	15983	13781	11742
Otros	7435	5968	7108	8724	5366	7159
L&D	2949	2201	1466	1541	1893	1193
Productivo	59%	59%	64%	61%	65%	58%
Otros	30%	30%	30%	33%	26%	36%
L&D	12%	11%	6%	6%	9%	6%

Imagen 23. Porcentaje de L&D actual
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente gráfica está descrita la distribución de tiempo de la Doy pack automático, siendo el color naranja el porcentaje (%) del tiempo de limpieza de todas las variables de funcionamiento de la máquina.

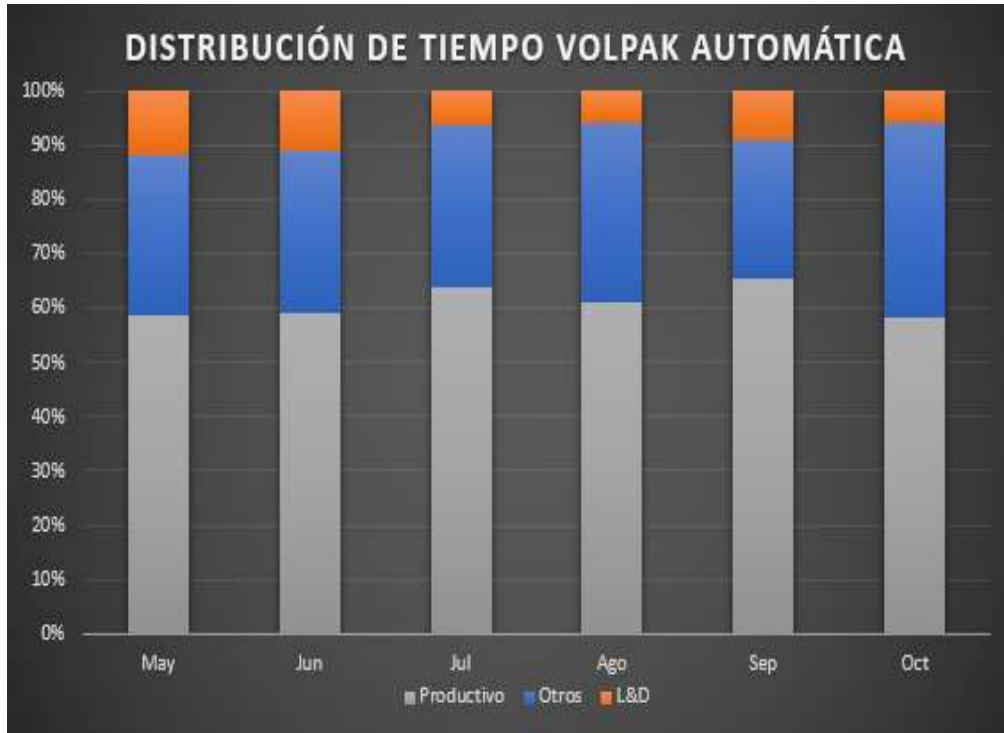


Imagen 24. Distribución de tiempo Doy pack automática
Fuente: Elaboración propia.

6.9 Ejecución del diseño de automatización del sistema CIP

Diseño de automatización del sistema CIP en la máquina doypack, de la empresa panamericana de alimentos S.A.S.

6.9.1. Costos de recurso humano

Para calcular este presupuesto se trabajó con base al recurso profesional de PANAL S.A.S, por medio de actividades de gestión y direccionamiento del proyecto. Para calcular el gasto en recurso humano es tenido en cuenta el salario base y para determinar la hora de trabajo se utilizó la formula, *Valor hora: (Salario mensual/30 días mes) / 8 horas labor*día*.

6.9.1.1. Recurso humano: Jefe del área de mantenimiento:

El departamento de mantenimiento fue una de las áreas más influyentes en la planeación del proyecto, liderado por el Jefe del área. Por medio de reuniones y asesorías técnicas apoyaban la definición del plan de trabajo, diseño final del


sistema CIP, ciclos de funcionalidad, necesidad de requerimientos para realizar el EDT.

6.9.1.2. Recurso humano: Jefe de proyectos y mejora:

Esta área apoyó todo el plan de trabajo del proyecto mediante reuniones, asesorías, correcciones técnicas y gestión de cumplimiento.

6.9.1.3. Recurso humano: Practicante de ingeniería industrial


Profesional de ingeniería en formación, hacia parte del área de proyectos de Panal S.A.S y gestionó del plan de trabajo para dar cumplimiento a los objetivos trazados inicialmente. Mantuvo comunicación directa con los proveedores para definir implementos, equipos, materiales, precios y mano de obra del proyecto por medio de visitas en las instalaciones de la organización y ofertas cotizadas. Además, el presupuesto responde a costos relacionados al tiempo invertido en gestión del cambio, realizar y ajustar EDT y planteamiento de la solicitud de aprobación de inversión SAI.

PRESUPUESTO: GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO PARA EL DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CIP				
RECURSO HUMANO				
OBSERVACIÓN GENERAL				
Para calcular el gasto en recurso humano se tiene en cuenta el salario base para cuantificar la hora de trabajo. Valor hora=(Salario mensual/30 dias mes)/ 8 hrs labor*día				
1. RECURSO HUMANO (JEFE DE MANTENIMIENTO)				
ÁREA	Mantenimiento			
CARGO	Jefe de mantenimiento			
ITEM	ACTIVIDAD	Horas	Valor/hora	Valor total
1	Asesoría técnica	8	\$ 16,667	\$ 133,333
2	Reunión para definir detalles de diseño	10	\$ 16,667	\$ 166,667
3	Reunión técnica para definir ciclos de funcionalidad del sistema CIP	6	\$ 16,667	\$ 100,000
4	Asesoría técnica para definir implementos de EDT necesarios	10	\$ 16,667	\$ 166,667
				\$ 566,667
2. RECURSO HUMANO (JEFE DE PROYECTOS Y MEJORA)				
ÁREA	Proyectos y mejora continua			
CARGO	Jefe de Proyectos y mejora continua			
ITEM	ACTIVIDAD	Horas	Valor/hora	Valor total
1	Asesoría en diseño de automatización sist. CIP	8	\$ 22,917	\$ 183,333
2	Reunión técnica para definir ciclos de funcionalidad del sistema CIP	6	\$ 22,917	\$ 137,500
3	Revisión y asesoría del EDT del proyecto	15	\$ 22,917	\$ 343,750
				\$ 664,583
3. RECURSO HUMANO (PRACTICANTE DE INGENIERÍA)				
ÁREA	Proyectos y mejora continua			
CARGO	Practicante de ingeniería industrial			
ITEM	ACTIVIDAD	Horas	Valor/hora	Valor total
1	Plan de trabajo (EDT-Presupuesto)	35	\$ 3,658	\$ 128,013
2	Solicitud de aprobación de inversión	10	\$ 3,658	\$ 36,575
3	Gestión del cambio	15	\$ 3,658	\$ 54,863
4	Gestión con proveedores	25	\$ 3,658	\$ 91,438
				\$ 310,889
TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO				\$ 1,542,139

Cuadro 17. Presupuesto gestión del recurso humano
Fuente: Elaboración propia

6.10 Cronograma de cumplimiento:

Actividades de gestión para el diseño de automatización CIP las cuales se cumplieron al 100% como se observa a continuación:

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN SISTEMA CIP EN LA MÁQUINA DOY PACK.																				
ACTIVIDADES DE GESTIÓN PARA EL DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA CIP - MÁQUINA VOPAK		TIEMPO PREVISTO DEFINIDO EN SEMANAS (S)															¿Cumplió ?			
		ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO						
N°	ACTIVIDAD	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	SI	NO	
1	Plantear preliminar de la automatización																		X	
2	Realizar EDT preliminar del proyecto																		X	
3	Definir detalles y diseño de automatización.																		X	
4	Programar reuniones (presenciales y/o virtuales) con proveedores para socializar necesidad del proyecto																		X	
5	Solicitar cotizaciones a los proveedores competentes.																		X	
6	Gestionar precios de implementos, servicios, instrumentación software y demás equipos complementarios con almacén PANAL S.A.S y proveedores relacionados.																		X	
7	Realizar el presupuesto preliminar del proyecto y flujo de caja																		X	
8	Estimar el tiempo previsto para el proyecto																		X	
9	Preparar gestión del cambio del proyecto																		X	
10	Realizar gestión del cambio con las áreas interesadas.																		X	
11	Retroalimentar proveedores sobre ajustes necesarios y solicitar ajuste de cotización																		X	
12	Realizar comparativo (resumen y técnico) de las cotizaciones recibidas por parte de los proveedores																		X	
13	Seleccionar proveedor que cumpla con las especificaciones técnicas pactadas inicialmente																		X	
14	Ajustar EDT del proyecto																		X	
15	Realizar el presupuesto del proyecto y flujo de caja																		X	
16	Preparar informe final de entrega del diseño																		X	
17	Presentar informe final a partes interesadas																		X	
Cumplimiento (%)																	100%			

Cuadro 18. Cronograma de actividades para el diseño de automatización CIP

Fuente: Elaboración propia

7. CONCLUSIONES

La estructura de desglose de trabajo es una herramienta muy utilizada en gestión de proyectos que permite determinar de forma separada cada paquete de trabajo basados en una necesidad inicial; además, posibilita determinar el presupuesto total del proyecto y proyectar mediante cronograma la ejecución de actividades.

Técnicamente existen tres (3) tipos de sistemas CIP: manuales, semiautomáticos y automáticos, que se caracterizan principalmente por el comportamiento de las válvulas instalas y otras variables de funcionamiento. En la máquina Doy pack debe instalarse un sistema semiautomático ya que hay válvulas manuales, un antecedente que imposibilita automatizar el sistema un 100%, es decir, sin la intervención del operario.

Para desarrollar el proyecto fue necesario la asesoría constante del área Mantenimiento Panal S.A.S aportando conceptos técnicos y de funcionalidad del sistema CIP de la máquina Doy pack, un trabajo conjunto con el área de proyectos que tiene como objetivo satisfacer la necesidad inicial del cliente.

Sostener una relación continua con los proveedores es fundamentales para recopilar información para presupuesto y cronograma proyectado del trabajo, además, la constante comunicación posibilita escuchar sus propuestas mediante cotizaciones para organizar el plan de trabajo.

Implementar un sistema CIP tiene ventajas a nivel de efectividad, facilidad, ahorro de recursos, automatización, seguridad alimentaria, entre otros.

Los datos históricos suministrados por el área de Control de Producción posibilitaron proyectar resultados, y uno de ellos fue la tasa de retorno de inversión, donde se espera que al implementar el sistema se ahorren \$21.449.770 anuales teniendo en cuenta el comportamiento funcional actual y el teórico estimado de ahorro del 20%.

Implementar un sistema CIP en una empresa de alimentos garantiza en parte la inocuidad y condiciones seguras del alimento para el consumidor, ya que minimiza el riesgo de contaminación cruzada respondiendo así al propósito misional de la compañía de ofrecer productos seguros.

8. RECOMENDACIONES

Importante tener en cuenta en el momento de automatización del sistema CIP en la máquina Doy Pack lo siguiente:

Respetar el proceso de selección de proveedor para cada paquete de trabajo realizado por medio de la matriz de evaluación y/o cuadro resumen.

Tener en cuenta el cronograma de ejecución del proyecto propuesto.

Los ciclos para la automatización ya están definidos, por lo tanto, se deben de cumplir ya que obedecen al comportamiento de implementos faltantes y a las condiciones actuales de la máquina.

Instalar los elementos faltantes del sistema CIP como se propone en el presente proyecto soportado en el diseño.

La estructura de desglose del trabajo EDT puede variar en el tiempo, tener en cuenta que el precio del proyecto es proyectado y tentativo basado en cotizaciones de diferentes proveedores.

La solicitud de aprobación de inversión (SAI) se dejó formulada, se recomienda tenerla en cuenta al momento de presentar el proyecto al comité gerencial.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. IFS Food. (2017). Norma para realizar auditorías de calidad y seguridad alimentaria de productos alimenticios. Berlín.
2. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento. (06 de Octubre de 2014). *Archivos de capacitación: Invima*. Obtenido de Invima: https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/procesos_eliminados/Capacitacion_y_asistencia/2008/formatos/PM06-CAT-DI98.pdf
3. David, Watso. Higiene y Seguridad Alimentaria. Vol. 1. Zaragoza España: Editorial ACRIBIA S.A., 1994.
4. Kemmer, Frank N. y Maccallion, Johnn. Manual del agua, su naturaleza, tratamiento y aplicación. México: Editorial Mcgraww Hill, marzo 1997.
5. Mendoza D. Manual técnico de limpieza en sitio -CIP-. (México D.F.; S.E. 1993).
6. H.G. Kessler. Food Engineering and Dairy Technology. (Alemania; Editorial de la Universidad de Munich, 1985) pp. 35-59, 99-144.
7. Larrañaga Idelfonso, Calvallo Julio, Rodríguez del Mar y Fernández José; control e higiene de los alimentos, Editorial Mc Graw Hill, España, 1999.
8. Wildbrett Gerhard: Limpieza y desinfección en la industria alimentaria. Editorial Acribia S.A. Zaragoza - Español (España), 2000.