



Facultad de Ingeniería

Trabajo de Investigación

“Diseñar un sistema que permita optimizar la distribución de planta de una fábrica de producción de cerveza artesanal”

Autores:

Cuba Inocente Andrés Elías – 1521546

Morales Salinas Luis Angelo - 1522406

Para obtener el Grado de Bachiller en:

Ingeniería Industrial

Lima, 10 de julio del 2019

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de proponer un diseño de planta que mejore la distribución. Esta propuesta tiene la finalidad de optimizar la distribución de planta en la fabricación de cerveza artesanal a fin de que cualquier empresa dedicada a este rubro tenga una idea genérica del cómo debe ordenar o ubicar sus áreas, equipos y máquinas teniendo en cuenta el desarrollo del proceso de producción.

Para obtener detalles sobre las ocurrencias en el proceso productivo de la cerveza artesanal se realizó el empleo de instrumentos de investigación como la encuesta y la observación. Se realizó una encuesta al personal involucrado en el proceso productivo, además se realizó una observación directa a todas las áreas de la planta de cerveza.

Los resultados de la observación muestran que el diseño de planta de cerveza artesanal es un diseño genérico que ofrecen algunas empresas metalmecánicas del rubro alimentos, estas no se ajustan correctamente al proceso. Por el lado de las encuestas se determina que los involucrados tienen ocasionalmente inconvenientes con el proceso productivo causado por un diseño inadecuado.

Para obtener la propuesta del diseño, previamente se evaluaron múltiples factores. Se estudiaron los principales tipos de metodologías para el diseño de planta, determinando ventajas y beneficios de cada una. Llegando a la conclusión que el mejor método sería un método híbrido, es decir, un nuevo método que une las características de diferentes métodos, en este caso se empleará un método cuantitativo y cualitativo, los cuáles hacen referencia a la aplicación del método de Guerchet y el método SLP (Systematic Layout Planning) respectivamente.

DEDICATORIA

Tenemos el agrado de dedicar el presente trabajo de investigación a nuestros seres queridos más cercanos, principalmente a nuestros padres, quienes nos acompañaron día a día en nuestro largo camino universitario. Siendo nuestra única motivación el orgullo que puedan sentir por nosotros.

AGRADECIMIENTO

Damos gracias a Dios por brindarnos la fuerza para no desistir en el camino. De igual manera agradecemos a nuestros profesores que nos brindaron las herramientas necesarias para ejercer nuestra profesión con éxito.

ÍNDICE

RESUMEN	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Antecedentes del problema	10
1.2 Formulación del problema	10
1.2.1 Problema general	10
1.2.2 Problemas específicos	11
1.3 Hipótesis	11
1.4 Justificación	11
1.5 Limitaciones	11
1.6 Objetivos	12
1.6.1 Objetivo General	12
1.6.2 Objetivos específicos	12
CAPÍTULO 2: LITERATURA Y TEORÍA	12
2.1 Antecedentes Internacionales y la evolución de las metodologías de distribución de planta	12
2.2 Antecedentes Nacionales de métodos de distribución de planta	17
2.3 Base Teórica de Distribución de Planta	18
2.4 Objetivos de una distribución adecuada	19
2.5 Principios de distribución de planta	20
2.6 Tipos de distribución de planta	20
2.7 Cerveza Artesanal	23
2.7.1 Cerveza artesanal en el Perú	23
2.7.2 Tipos de cerveza artesanal	23
2.7.3. Distribución de planta y la cerveza Artesanal	28
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1 Tipo de Investigación	29
3.2 Método de Investigación	29
3.3 Herramientas para sintetizar y analizar la información	30
3.4 Variables	30
3.5 Metodología SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANING)	30
3.6 Metodología Guerchet	33
CAPÍTULO 4: RESULTADOS ENCONTRADOS	35

4.1 Identificación de fuentes	35
4.2 Método de recopilación de datos	35
4.3 Encuesta diseñada para los trabajadores de una planta de cerveza artesanal	35
4.4 Modelo de Observación	43
4.5 Evaluación de distribución	44
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	57
6. CONCLUSIONES	63
7. RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS.....	69
ANEXO 1: GLOSARIO	70
ANEXO 2: DECLARACIÓN JURADA SIMPLE	72

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: DISTRIBUCIÓN POR PROCESO	21
Ilustración 2: DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTO	22
Ilustración 3: TIPOS DE CERVEZA.....	24
Ilustración 4: DOP GENERICO DE LA CERVEZA GENERAL	27
Ilustración 5: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES	32
Ilustración 6: TIPOS DE SUPERFICIES	34
Ilustración 7: RESULTADOS DE PREGUNTA 1	37
Ilustración 8: RESULTADOS DE PREGUNTA 2	37
Ilustración 9: RESULTADOS DE PREGUNTA 3	38
Ilustración 10: RESULTADOS DE PREGUNTA 4	38
Ilustración 11: RESULTADOS DE PREGUNTA 5	39
Ilustración 12: RESULTADOS DE PREGUNTA 6	39
Ilustración 13: RESULTADOS DE PREGUNTA 7	40
Ilustración 14: RESULTADOS DE PREGUNTA 8	40
Ilustración 15: FÓRMULA ALFA DE CRONBACH.....	42
Ilustración 16: D.A.P. CERVEZA ARTESANAL ACTUAL.....	48
Ilustración 17: LAYOUT DE PLANTA ACTUAL	49
Ilustración 18: DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL	50
Ilustración 19: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES	56
Ilustración 20: LAYOUT PROPUESTO.....	58
Ilustración 21: DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO	59
Ilustración 22: D.A.P. PROPUESTO.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: TIPOS DE DISTRIBUCIÓN Y DE OPERACIONES.....	22
Tabla 2: DIFERENCIA ENTRE CERVEZA TIPO ALE Y LAGER.....	25
Tabla 3: SIMBOLOGIA DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS.....	31
Tabla 4: CÓDIGO DE PROXIMIDADES	32
Tabla 5: MODELO DE ENCUESTA	36
Tabla 6: RESUMEN DE RESULTADOS DE ENCUESTA.....	41
Tabla 7: ANALISIS DEL RESULTADO DE LA ENCUESTA.....	41
Tabla 8: DATOS PARA EL CÁLCULO DEL ALFA DE CRONBACH	42
Tabla 9: TABLA DE INTERPRETACIÓN.....	42
Tabla 10: MODELO DE FICHA DE OBSERVACIÓN.....	43
Tabla 11: DIMENSION DE MAQUINAS, EQUIPOS Y MUEBLES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN.....	45
Tabla 12: DIMENSIONES, CANTIDADES Y LADOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	51
Tabla 13: TABLA FINAL DE DIMENSIONES	51
Tabla 14: CÁLCULOS GUERCHET	52
Tabla 15: TABLA DE CODIFICACION	53
Tabla 16: ESCALA DE VALORES DE PROXIMIDAD	53
Tabla 17: DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES.....	54
Tabla 18: TABLA DE PARES ORDENADOS	54
Tabla 19: SIMBOLOGÍA DE ACTIVIDADES	55

INTRODUCCIÓN

Actualmente la disposición de planta es determinante en cualquier industria para elevar la competitividad, ya que de una adecuada distribución se puede obtener diversos beneficios como la optimización de sus procesos mediante la disminución de recorridos, tiempos de producción, mayor seguridad etc.

En el rubro de la cerveza industrializada, debido a que es un mercado consolidado con amplios recursos financieros, es común ver que sus plantas de producción han sido diseñadas teniendo en cuenta metodologías o métodos aplicados por profesionales, lo cual ha permitido que se aproveche al máximo los recursos productivos relacionados a una óptima distribución de planta.

En su contraparte el rubro de la cerveza artesanal está en crecimiento, a ello hay que tener en cuenta que los dueños de estas pequeñas industrias comenzaron por afición o curiosidad de elaborar cerveza, muchas veces sin ningún conocimiento de esta industria, motivo por el cual, al ampliar sus fábricas por el aumento de la demanda, lo realizaron de una manera empírica sin tener en cuenta los procesos vitales de la elaboración de cerveza. Como consecuencia de ello, diversas plantas de fabricación de cerveza artesanal pueden estar incurriendo en desperdiciar sus recursos productivos haciendo que sus costos de producción sean elevados debido a una inadecuada distribución.

Ante lo expuesto anteriormente este trabajo pretende proponer un modelo genérico de distribución de planta, con el fin de que los productores de esta bebida alcohólica tengan una orientación o noción sobre cómo debería estar distribuida el área de producción de sus pequeñas fábricas.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes del problema

El presente trabajo de investigación se origina debido a la gran aceptación que tuvo la producción cerveza artesanal. Por esta razón últimamente se ha producido un incremento de pequeñas plantas de producción y las plantas que ya existían comenzaron a consolidarse en este auge de la demanda. El problema que surgió al generarse este incremento de plantas es que no había mucho personal con experiencia en diseños de plantas de cerveza artesanal en el mercado local. Algunas empresas metalmecánicas dedicadas a la construcción de estructuras para el sector alimenticio comenzaron a ofrecer pequeñas plantas de producción genéricas. Estas plantas tuvieron buena acogida, pero estaban diseñadas de forma general sin tener en cuenta la particularidad que cada planta requiere. Por ello al poco tiempo de adquirirlas algunas plantas comenzaban a tener algunos inconvenientes con el proceso de producción debido al diseño. Las plantas que tenían buena demanda deseaban aumentar la capacidad de producción, pero el diseño genérico de sus plantas les impedía realizar estos cambios de manera sencilla. Por ello si se deseaba realizar un cambio en el diseño se tenía que invertir considerablemente.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

Las plantas de cerveza artesanal no cuentan con un diseño adecuado para su proceso productivo.

1.2.2 Problemas específicos

- En el mercado existen pocos diseñadores de plantas que toman en cuenta todos los factores de producción (diseño de recorrido, máquinas, cantidad de materiales, utilización de espacios, etc.). En casi todos los casos sólo consideran el diseño de las estructuras.
- Los diseños de planta realizados por las empresas de cerveza artesanal son realizados de forma empírica.

1.3 Hipótesis

Una nueva distribución de planta optimizará el proceso productivo de cerveza artesanal.

1.4 Justificación

Actualmente realizar un trabajo de investigación para optimizar el diseño de una planta de cerveza artesanal es una propuesta muy interesante y necesaria en este rubro, debido a que la mayoría de las plantas nuevas son implementadas sin realizar un estudio previo de diseño, sólo se enfocan en la capacidad de producción, que a mediano o largo plazo resulta un gran inconveniente cuando se desea realizar una modificación para aumentar dicha capacidad. El trabajo de investigación propone un diseño de planta híbrido que toma las mejores características y ventajas del método Guerchet y el método SLP. Los cuáles son cuantitativo y cualitativo respectivamente. Esta propuesta permite enfocarse en un diseño general sin dejar de lado ningún aspecto.

1.5 Limitaciones

En el presente trabajo de investigación se tuvo como principal inconveniente obtener información sobre plantas artesanales en la ciudad de Lima, Perú. El trabajo está orientado a diseñar plantas que sean de un solo piso, es decir no se está tomando en

cuenta los posibles irregularidades o desniveles que puedan tener un determinado terreno debido a algunas zonas abruptas de la capital.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Diseñar un nuevo sistema de distribución de planta que optimice la producción de cerveza artesanal.

1.6.2 Objetivos específicos

- Realizar una investigación bibliográfica especializada en los principales métodos de diseños de Plantas industriales.
- Proponer un diseño de planta que optimice el proceso productivo de una fábrica de cerveza artesanal.
- Elaborar un plan de implementación del diseño propuesto que permita observar las ventajas y mejoras en el proceso de producción.
- Analizar las dimensiones de las maquinarias y equipos que se utilizan en la producción.
- Analizar y conocer las funciones que se llevan a cabo durante la producción.

CAPÍTULO 2: LITERATURA Y TEORÍA

2.1 Antecedentes Internacionales y la evolución de las metodologías de distribución de planta

Para solucionar los problemas de reordenamiento o arreglo de ubicaciones de actividades y áreas se pueden abordar de dos formas según lo mencionado por Collazos Valencia (2013), la primera consiste en la utilización de métodos de análisis

matemáticos que requieren computadores de altas especificaciones para poder cumplir con las complicadas iteraciones necesarias a fin de encontrar una solución óptima y exacta, a estas técnicas se les puede incluir en el área de investigación de operaciones. La segunda es mediante el uso de técnicas heurísticas.

Para los métodos de análisis matemáticos se hace uso de software para abordar problemáticas de distribución de planta, siendo uno de ellos el programa CRAFT (Computerized Relatives Allocation of Facilities Techniques) que fue creado por Amour y Buffa en el año 1963, este programa tenía como fin buscar la mejor solución para reducir el costo de traslado de materiales a través de un algoritmo matemático. En el año 1976 se desarrolló el programa COFAD (Computerized Facilities Technique) por Tompkins y Reed, este consistía en una variación del programa mencionado con anterioridad, no solamente buscaba minimizar el costo de manejo de materiales, sino también proponer un Layout. Por ende, el método COFAD y el CRAFT fueron los pioneros en la utilización de algoritmos para brindar una solución a la problemática del reordenamiento de las áreas en una industria.

En 1967 surge un nuevo programa llamado ALDEP que fue diseñado y creado por Seehof y Evans. Este programa al igual que el COFAD era capaz de dar una propuesta de Layout, pero la mejora radicaba en que no era necesario tener que realizar una propuesta inicial de distribución, a comparación de los programas anteriores que, si lo necesitaban para poder ejecutarse, pues lo hacía mediante la información recopilada de las relaciones de las actividades que se realizaban. Además, ese mismo año coincidió con el surgimiento del programa CORELAP desarrollado por Lee y Moore que poseía las mismas capacidades que el ALDEP.

Para la utilización de estos programas se requiere de cierta recopilación y

organización de la información, la cual puede ser obtenida mediante un método cualitativo propuesto por Richard Muther en los años 60, se trata del SLP. Según (Muther, Distribución en planta, 1970) la información se obtiene del análisis del recorrido de los productos, análisis producto-cantidad y el análisis de relaciones de actividades, además se puede obtener el área requerida para la ejecución de cada actividad. (Collazos Valencia, 2013) Realizó una tesis para rediseñar y optimizar el sistema de producción de una planta procesadora de alimentos con la finalidad de elevar la productividad. El autor detectó que la planta crecía de manera desordenada y tenía graves problemas con el diseño, la productividad y el transporte. Entonces decidió utilizar una metodología llamada SLP (Systematic Layout Planning), la cual consiste en identificar el nivel de dependencia cualitativa que tienen las distintas áreas entre sí, esta metodología es sólo de análisis y sirvió como un primer paso para proponer una distribución inicial. (Paredes Rodríguez, Peláez Mejía, Chud Pantoja, Payan Quevedo, & Alarcón Grisales, 2016), propusieron un rediseño de una planta productora de lácteos usando no sólo la metodología cualitativa SLP, sino también aplicando la metodología cuantitativa CRAFT, la cual está basada en un programa computarizado enfocado en la optimización de las distribuciones. A diferencia del primer estudio que sólo usó el método SLP, este estudio tuvo mejores resultados, ya que hizo uso tanto del método CRAFT como del SLP logrando la optimización del uso de los espacios físicos de la planta, un mejor flujo de materiales, productos y mano de obra entre las diversas áreas de la planta.

Además, surgieron otras técnicas gracias a la modernización de las computadoras, se trata de la simulación, según (Meyers & Stephens, 2005) consiste en una técnica experimental donde se estudia la conducta de algún sistema productivo real, en esta

técnica se incluye el modelado de un proceso donde se puede conocer cómo se comportará el sistema productivo al ser sometido a determinados tipos de eventos durante un determinado período de tiempo. En el mercado se ofrecen opciones de software como el Arena 10.0, ProModel, Flexsim, FactoryCad, etc., la ventaja de esta técnica se basa en poder simular una determinada distribución antes de ejecutarse en la realidad, de esa manera se lograba el ahorro de recursos financieros y tiempo. (Mejía Avila & Galofre Vásquez, 2008) Realizaron una simulación mediante el software Arena 10.0 Trading Mode de la distribución de una planta del rubro alimenticio que fue creciendo durante el tiempo, pero no se contempló la importancia de la administración del espacio, entonces esa simulación tuvo la finalidad de encontrar nuevas propuestas que aumenten la productividad. Como resultado obtuvieron una propuesta que mejora los tiempos de espera y la utilización de recursos.

La segunda forma según (Collazos Valencia, 2013) es mediante el uso de técnicas heurísticas que busca una solución aproximada que contenga determinadas tolerancias para resolver el problema, a diferencia de los métodos de análisis matemático, el uso de algoritmos heurísticos es de aplicación más simple y se puede utilizar en una computadora común y corriente. (Pantoja, Orejuela, & Bravo, 2017) mencionan que existen técnicas heurísticas orientadas a dar solución al problema de localización de máquinas que usualmente son utilizadas en aquellas plantas que poseen una distribución celular debido a que hay industrias donde hay un elevado número de máquinas y una diversidad de productos que poseen distintas rutas de paso durante su proceso productivo. Existen diversos conceptos de heurística, por ejemplo, según (Zanakis & Evans, 1981) mencionan que se tratan de procedimientos sencillos basados en el sentido común que brindan una resolución óptima a problemas

complejos de una forma sencilla y rauda. Otra definición brindada por (Adenso-Díaz, y otros, 1996) es la siguiente:

Un método heurístico es la sucesión de pasos para encontrar solución a un inconveniente definido a través de una aproximación instintiva, en la que la parte principal del inconveniente se usa de manera ingeniosa para conseguir una solución pertinente.

Entre los métodos heurísticos tenemos al método de Problema de Asignación Cuadrática (QAP) formulado por (Koopmans & Beckmann, 1957) nos dice que el método se basa en determinar la asignación de “n” máquinas a un conjunto de “m” localizaciones, teniendo como función objetivo la minimización de un costo relacionado a la distancia y al flujo que existe entre las máquinas. Además, otra técnica alternativa es el método de problema de asignación cuartica (QrAP) planteado por (Chiang , Kouvelis, & Urban, 2002), que además de buscar un ordenamiento de los recursos teniendo en cuenta la distancia total que es recorrida por los productos en los flujos intercelulares al igual que el QAP, también busca reducir la posibilidad que existan interferencias, es decir el cruce de materiales o productos entre las áreas. Entre los dos métodos mencionados con anterioridad se puede decir que el QrAP es más completo que el QAP, pues el método propuesto por (Chiang , Kouvelis, & Urban, 2002) propone un enfoque multiobjetivo al tener en cuenta la distancia total recorrida y el nivel de interferencia de cruce de los materiales. Si bien las técnicas heurísticas permiten dar soluciones aceptables para los problemas de distribución en poco tiempo, son las técnicas metaheurísticas de las que se posee mayores fuentes bibliográficas dedicadas al problema y de las que mejores soluciones han surgido.

Según una clasificación hecha por (Blum & Roli, 2003) citado por (Cobo & Serrano,

2005) se manifiesta que dentro de los algoritmos metaheurísticos resaltan dos métodos, los cuáles son: los de trayectoria (búsqueda tabú, búsqueda local,...) y los basados en poblaciones, donde se hallan las técnicas más usadas, las cuales son los algoritmos genéticos y los basados en colonias de hormigas, estas últimas han demostrado tener éxito en encontrar eficientemente soluciones al inconveniente con la distribución.

Después de esta recopilación de información se puede apreciar que la simulación es una herramienta que amplía el panorama del análisis de la distribución y permite la optimización del uso de los recursos productivos a utilizar. Por otro lado, se observa que los autores que realizaron un análisis cuantitativo y otro cualitativo obtuvieron un mejor resultado al emplear ambas metodologías. También se encontró una tesis realizada por (Ospina, 2016) que tenía como objetivo redistribuir una planta metalmecánica para reducir los problemas de baja productividad e incrementar la seguridad de los colaboradores. Toda esta propuesta se realizó empleando técnicas de la ingeniería industrial, la cual básicamente se basan en herramientas de análisis tipo cualitativo.

2.2 Antecedentes Nacionales de métodos de distribución de planta

En cuanto a estudios realizados en metodología, técnicas o herramientas a utilizar para dar solución al problema de distribución de planta, en nuestro país no existen investigaciones o propuestas realizadas para tal fin. Solamente se ha encontrado trabajos de aplicación que han utilizado algunas técnicas o metodologías descritos en los párrafos anteriores para dar solución al ordenamiento de los equipos, máquinas o áreas de alguna industria en específico.

2.3 Base Teórica de Distribución de Planta

La distribución de planta es el ordenamiento físico de los equipos, máquinas, áreas, actividades, etc., donde la ubicación de cada una de ellas es importante para que se logre la seguridad, satisfacción y optimización de los recursos utilizados en las actividades que se desarrollan en el proceso de producción a fin de cumplir algún objetivo (Díaz Garay, Jarufe Zedán, & Noriega Araníbar, 2007).

(Muther, 1970, pág. 13) Nos dice lo siguiente: La distribución de planta consiste en el orden físico de los elementos de la industria. Este ordenamiento, ya ejecutado o en proceso, considera las distancias necesarias para el traslado de material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las demás labores o servicios, como el equipamiento de trabajo y el personal de los talleres.

Según (Muther, 1970, pág. 14) en el pasado no se les daba importancia a las distribuciones de las áreas en las instalaciones de trabajo, el reordenamiento no poseía ningún sustento debido a la falta de aplicación de métodos y técnicas, pero todo ello cambia con la llegada de la segunda guerra mundial donde la demanda de los productos se incrementa exponencialmente, por ello la industria se ve forzada a reorganizar sus sistemas de producción para satisfacerla de manera eficiente. En la actualidad las industrias nuevas tienen en cuenta cómo optimizar la distribución de sus plantas de producción, ya que de acuerdo con ello se obtendrán diversos beneficios con respecto al aprovechamiento del espacio físico como, por ejemplo: la reducción del costo del producto o servicio debido al transporte de materiales y la mano de obra entre las diversas áreas que conforman una planta.

Ambas definiciones convergen en un mismo punto que es ordenar físicamente teniendo en cuenta los procesos de producción, con ello se pretende obtener

beneficios con respecto al aprovechamiento del espacio físico como, por ejemplo: la reducción del costo del producto o servicio debido al transporte de materiales y la mano de obra entre las diversas áreas que conforman una planta.

2.4 Objetivos de una distribución adecuada

El fin de una adecuada distribución de planta radica en conseguir el mejor ordenamiento posible de los equipos y el área de trabajo que sea lo más económicamente posible, haciendo hincapié en el uso eficiente de los recursos que se ven envueltos en el proceso productivo. Para (Muther, 1970, págs. 15-18) los objetivos de una distribución de planta deben estar orientados a reducir costos de producción, el cual se obtiene a consecuencia de los siguientes puntos:

- Disminución de riesgos que atentan contra la vitalidad y fortalecimiento de la protección de los colaboradores.
- Aumento de la moral y la complacencia del obrero
- Crecimiento de la capacidad productiva
- Reducción de imprevistos que interfieran la producción
- Optimización de espacio ocupado
- Disminución de traslado de materiales
- Mayor aprovechamiento en el empleo de las máquinas, mano de obra y/o servicios.
- Disminución de materiales en proceso.
- Reducción de tiempo de ciclo de manufactura.
- Disminución de labores administrativas y mano de obra indirecta.
- Supervisión más eficiente.
- Reducción del caos e incertidumbre.

- Reducción de riesgos que afecten la materia prima o la calidad del producto.
- Aumento de versatilidad ante eventuales cambios de condiciones.

2.5 Principios de distribución de planta

Los objetivos mencionados con anterioridad se pueden sintetizar en principios básicos a tener en cuenta como procedimiento o metodología para obtener una óptima distribución de planta (Muther, 1970, págs. 19-21). Estos principios son:

- De la integración de conjunta.
- De la mínima distancia de recorrido.
- De la circulación de materiales.
- Del espacio cúbico.
- De la satisfacción y de la seguridad.
- De la flexibilidad.

2.6 Tipos de distribución de planta

Según (Diego-Mas, 2006) son 4 tipologías que son base de la distribución en planta:

- **Distribución por posición fija**

Es utilizada en grandes proyectos donde el flujo de materiales, mano de obra, maquinaria, se dirige hacia alrededor de un producto fijo debido a que no puede ser movilizada por su gran tamaño, siendo un ejemplo de ello la fabricación de aviones, barcos o motores que suelen producirse en pocas unidades y de forma discontinua.

- **Distribución por proceso**

En este tipo las actividades de un determinado proceso se realizan dentro de una determinada área, estas áreas son ordenadas o agrupadas de tal manera que el producto a fabricar pase por ellas dependiendo de las transformaciones que requieran. Los productos que se fabrican suelen hacerse en lotes, ejemplo de ellos son la producción de hilados, talleres de mantenimiento, industrias de confección, reparación de vehículos, etc. Así mismo esta disposición de planta se caracteriza por su flexibilidad.

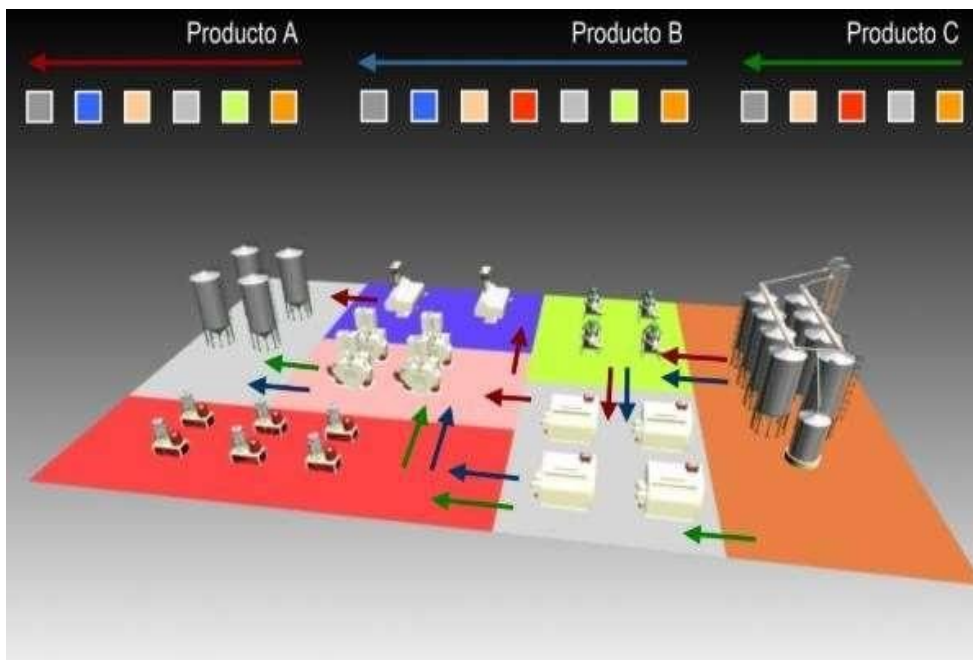


Ilustración 1: DISTRIBUCIÓN POR PROCESO

Fuente: Optimización de la distribución en planta de instalaciones Industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades. (2006)

- **Distribución por producto, en cadena.**

Todos los recursos productivos se juntan en un área determinado donde el material se desplazará de una operación a la siguiente, en este tipo de distribución se caracterizan por tener una capacidad de producción de grandes

cantidades de bienes, siendo el fin buscar la máxima eficiencia, como ejemplo se tiene al montaje de automóviles, el embotellado de bebidas, etc.



Ilustración 2: DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTO:

Fuente: Optimización de la distribución en planta de instalaciones Industriales mediante algoritmos genéticos. Aportación al control de la geometría de las actividades. (2006)

- **Distribución por celdas de manufactura**

Se trata de unidades de producción agrupadas por máquinas y trabajadores donde las operaciones realizadas están orientadas en tener como salida un determinado producto o conjunto de estos. Se utiliza cuando se encuentra una gran diversidad de productos, para ello estos se agrupan en familias y se determina por cuales unidades de producción (células de manufactura) deberán recorrer para cumplir el proceso que requiere cada una de ellas. De esa forma cada celda funcionará independientemente de las demás.

TIPO DE DISTRIBUCIÓN	OPERACIONES
Por posición fija	Montaje
Por proceso, por funciones, por secciones o por talleres	Elaboración o tratamiento
Por producto, en cadena o en serie	Montaje
	Elaboración o tratamiento
Celdas de manufactura	Montaje
	Elaboración o tratamiento

Tabla 1: TIPOS DE DISTRIBUCIÓN Y DE OPERACIONES

2.7 Cerveza Artesanal

Según (Treneman, 2018) La cerveza es un licor basado en la fermentación de la malta con levaduras, también llamado mosto, y flores de lúpulo. A diferencia de la industrializada, la artesanal se caracteriza por no hacer uso de ingredientes industriales como aditivos preservantes, estas si conservan sus propiedades nutricionales y se tiene mayor delicadeza en su producción, por esta razón su producción no es de gran escala como la industrial.

2.7.1 Cerveza artesanal en el Perú

Se sabe que la bebida alcohólica más consumida en nuestro país es la cerveza (Redacción El Comercio, 2017). En el caso del consumo de la cerveza artesanal aún se encuentra en un nivel de consumo mínimo por diversas causas, pero a pesar de ello se observa un crecimiento progresivo. Una posible causa es el poco desarrollo de una cultura cervecera a diferencia de otros países. Según estudios de Euromonitor International en el 2017 la demanda de cerveza artesanal registró un incremento constante (Cerveza en Perú, 2018).

La cerveza artesanal por su mismo proceso tiene una mayor calidad que la industrial, razón por la cual el costo de adquisición es un poco elevado, por lo tanto, se suele comercializar en zonas donde con mayor poder adquisitivo, como en el distrito de Miraflores. En la actualidad existen alrededor de 14 marcas artesanales y una asociación de cerveceros artesanales cuya visión es enseñar la cultura de la cerveza artesanal a la mayoría de las empresas

2.7.2 Tipos de cerveza artesanal

Según el portal web Cerveza Artesana escrita por (Caballero, s.f.) La cerveza artesanal se divide principalmente en 2 partes según su tipo de fermentación. En este

caso sería el tipo Ale que se caracterizan por ser principalmente por una fermentación alta y el tipo Lager que por el contrario se caracteriza por tener una fermentación baja. A partir de estos dos tipos de cerveza derivan múltiples tipos con diferentes propiedades, esto se puede apreciar en la siguiente imagen:

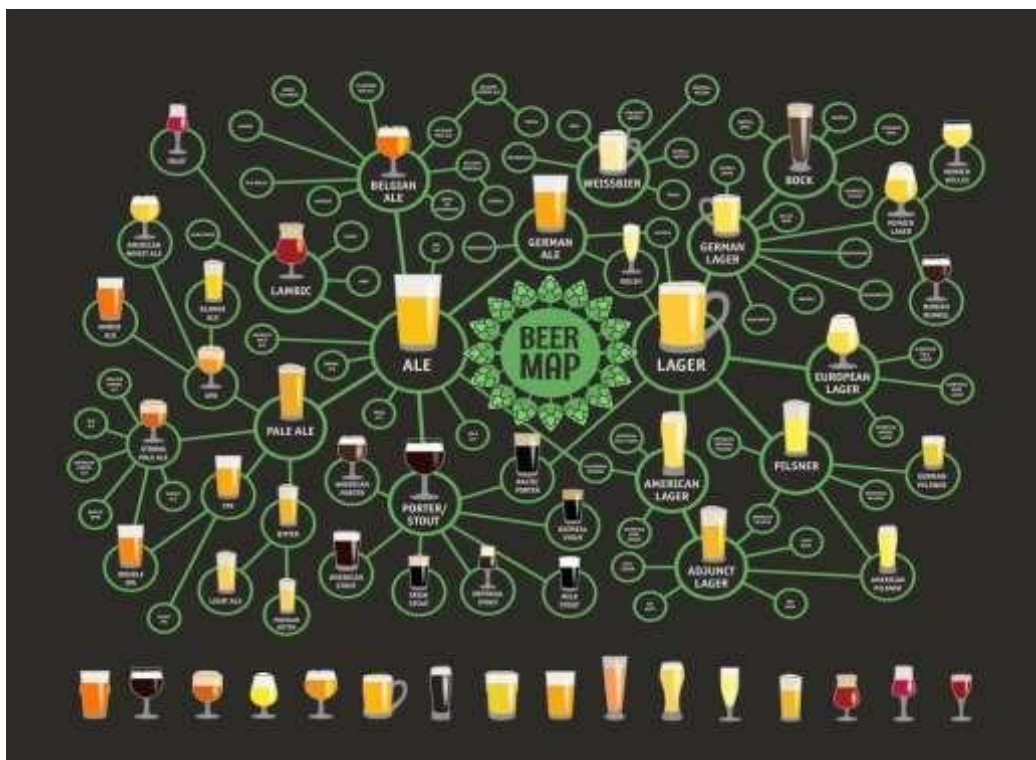


Ilustración 3: TIPOS DE CERVEZA

Fuente: <https://cervezaartesana.info/curiosidades/tipos-cerveza-artesanal/>

- Cerveza tipo Ale

Según (Aroni Mocada, Bellina Morán, Ecurra Farro, & Pérez Asalde, 2015), el tipo Ale es considerado el método de elaboración con mayor antigüedad en vigencia, el tipo de condiciones o variables en el proceso de fermentado se efectúa a temperaturas de 25°C, es decir no se requiere un enfriamiento adicional. Además la levadura se mantiene en la superficie. Según (De La Borda, 2013) este tipo de cerveza se caracteriza por lo siguiente: Generalmente tienen un sabor más concentrado, suelen ser aromáticas o sabor a frutas, tienen olores

complejos, la forma ideal de consumirla debe ser entre 7 y 12 °C.

- Cerveza tipo Lager

Según (Aroni Mocada, Bellina Morán, Escurra Farro, & Pérez Asalde, 2015) el tipo Lager a diferencia de la Ale es un método más nuevo, ya que en esa época recién se originaban métodos para disminuir la temperatura a ese nivel. Las condiciones de su elaboración son a bajas temperaturas por lo general alrededor de 0°C donde la levadura suele hundirse en el fondo y continúa transformando el azúcar en alcohol al terminar la fermentación. Por lo general se deja madurar entre 2 y 6 meses, a mayor tiempo mayor concentración de alcohol. Según (De La Borda, 2013) este tipo de cerveza se caracteriza por tener un sabor más suave y sutil, tener un olor equilibrado, se deben consumir a una temperatura entre 3 y 7 °C.

TIPO	ELABORACIÓN	CARACTERÍSTICAS
ALE	Aguas duras Fermentación de superficie. (20°-25°) (+/- 4 días) Baja eficiencia fermentativa. 2da fermentación en botella. Maduración corta en caliente (13°C-16°C). Cervezas no transparentes. Consumir frescas.	Dominan los matices de las levaduras (florales, afrutadas, especiadas y lácteas). Más dulzonas, más afrutadas. Carácter oscuro, velado y/o turbio. Complejas, menos atenuadas. Sabor intenso. Buen cuerpo. Baja carbonatación. % Vol: medio.
LAGER	Aguas blandas. Fermentación de fondo. (10°-13°) (8-10) días. Transformación completa de azúcares. Maduración larga en frío (+/- 0°C). Cervezas filtradas. Consumir frías.	Domina el carácter de la malta y el amargor del lúpulo. Más secas, más amargas. Transparencia, tonos dorados y limpios. Sabores y aromas definidos y limpios. Cuerpo ligero. Alta carbonatación % Vol: moderado.

Tabla 2: DIFERENCIA ENTRE CERVEZA TIPO ALE Y LAGER

Fuente: Diseño de una Línea de Producción para la Elaboración de Cerveza Artesanal de Algarroba. (2015)

Elaboración de la Cerveza Artesanal:

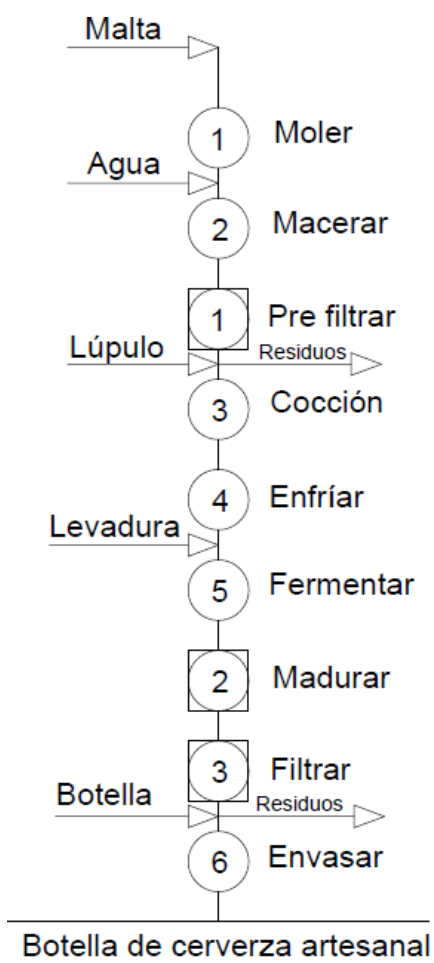
Según (López Plumed, 2013) los ingredientes primordiales para la producción de la cerveza son el agua, la levadura, la malta de cebada, el lúpulo – aromas y especias,

esto último varía de acuerdo al producto que se desea elaborar.

Según (López Plumed, 2013) el proceso de producción de la cerveza es la siguiente:

- Preparación del agua: Este es tratado con filtros de carbón activado para evitar variaciones de sabor.
- Proceso de molienda: En esta etapa la malta ya tostada ingresa al molino para su posterior trituración con el fin de obtener una especie de harina gruesa.
- Proceso de maceración: La malta se mezcla con el agua precalentada en un recipiente. Se almacena aproximadamente por 90 minutos a una temperatura máxima de 80°C, con ello se produce el mosto.
- Filtración: En este proceso se separa el mosto con los restos sólidos de la maceración.
- Proceso de cocción: El contenido filtrado se calienta aproximadamente durante un par de horas a 100°C, obteniendo una concentración de mosto y eliminando impurezas por la temperatura elevada. En los últimos minutos se adiciona lúpulos para añadir sabor y aromas adecuados.
- Clarificación y enfriamiento: Se retiran los restos de lúpulos e impurezas obteniendo la aclaración del líquido. Este proceso se concluye con el enfriamiento del mosto a 10°C en un intercambiador de calor, este último debe lograrse en un periodo aproximadamente de 30 minutos.
- Primera fermentación: En esta etapa se agrega levaduras que estarán almacenadas en un periodo de 5 días. Este proceso requiere mantenerse en una temperatura entre 5 y 10°C.
- Embotellado y etiquetado: Se llena la cerveza en las botellas y se procede a etiquetar. Este proceso se realiza manualmente o con máquinas dedicadas.

Segunda fermentación: las botellas con cerveza deben permanecer refrigeradas entre 30 y 40 días a una temperatura de 21°C. Con este proceso se asegura que la cerveza mantenga sus propiedades a lo largo del tiempo



ACTIVIDAD	CANTIDAD
Operación	6
Combinada	3
TOTAL	9

Ilustración 4: DOP GENÉRICO DE LA CERVEZA GENERAL

Fuente: Elaboración propia

2.7.3. Distribución de planta y la cerveza Artesanal

Existen múltiples investigaciones sobre plantas de cerveza artesanal. Se sabe que un diseño de planta inadecuado puede influenciar negativamente en el proceso productivo de la cerveza, por ello cada vez se realizan más investigaciones sobre el nivel de relación del diseño de la planta y productividad del proceso. (Torres Acuña, 2014) realizó una propuesta de reingeniería en una pequeña planta cervecera que consistía en mejorar los procesos productivos reduciendo el tiempo de ciclo y a partir de los cambios de los procesos, propuso una nueva distribución de planta, que, en manera conjunta con los nuevos procesos, elevaría la productividad de la producción. Por otro lado, se observan múltiples investigaciones sobre implementaciones de plantas de cerveza artesanal, tomando en cuenta factores iniciales para garantizar un óptimo proceso productivo. Como sucede con el caso de (Collazos Bolívar & Gutierrez Gonzalez, 2014) que propusieron dos diseños de planta a partir de datos iniciales recopilados como la investigación de mercado, capacidad de planta, tipos de maquinaria, etc. Este tipo de recopilación de datos garantiza un buen diseño de planta, ya que se toma en cuenta todas las variables antes de su implementación, con ello se reduce la probabilidad de tener algún inconveniente con el proceso de producción.

Los inconvenientes originados en el proceso productivo se deben a que sólo se toma en cuenta la maquinaria que se requiere para producir, más no los recorridos realizados, proyección a aumentar la capacidad de producción, etc.

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación a realizar es la cualitativa – descriptiva. Este método consiste en hacer uso de la observación en el área deseada y realizar un proceso de descripción de lo observado sin causar alguna interferencia en el objetivo (Shuttleworth, 2008). En el caso de estudio se realizará una descripción de datos, atributos, observaciones a los procesos y relaciones de recorridos en la zona de elaboración de la cerveza artesanal con el objetivo de poder realizar una óptima distribución de planta.

3.2 Método de Investigación

- **Observación Directa:** Este instrumento se emplea para recolectar la mayor información dable para poder analizarla, dándole prioridad al área de producción. Se podrá tener un entendimiento de las actividades del proceso productivo, del tipo de distribución que posee y lo más importante del grado de interrelación entre actividades y áreas que existen.
- **Entrevistas:** Se utilizará esta herramienta cualitativa con el propósito de recolectar información por parte de los operarios y el jefe de planta, el objetivo de esta herramienta es lograr obtener información que nos brinde una visión holística, teniendo en cuenta las opiniones de los trabajadores, acerca de cómo incide la distribución de planta en su entorno.
- **Encuesta:** La aplicación de esta técnica es poder analizar la situación actual de la planta y poder conocer los factores (materiales, maquinarias, movimientos, mano de obra, espera y servicios) más importantes de los cuales se debe el problema de la investigación e identificarlos con el propósito de

lograr un diseño óptimo que brinde mayores beneficios a la empresa. Se aplicará una entrevista semiestructurada, es decir que se realizarán preguntas abiertas para poder obtener detalles más profundos en las respuestas.

3.3 Herramientas para sintetizar y analizar la información

- **Diagrama de flujo de procesos:** es la representación de un proceso determinado en forma gráfica, su objetivo es facilitar el entendimiento de los procesos productivos, de esta manera se puede analizar y realizar mejoras en distintos aspectos (García Criollo, 1998).
- **Diagrama de recorrido:** Consiste básicamente en un D.A.P plasmado en un plano. En este diagrama se visualiza la secuencia de estaciones de trabajo, máquinas y equipos facilitando la comprensión del recorrido que se realiza en la planta para ejecutar los distintos procesos (García Criollo, 1998).
- **Diagrama de relación de actividades:** Es una herramienta que se basa en observar gráficamente el grado de interacción entre estaciones de trabajo, tiene el objetivo de representar la necesidad de reducir los espacios entre áreas de trabajo, se suele utilizar una escala de valores que es determinado por el diseñador (Díaz Garay, Jarufe Zedán, & Noriega Aranibar, 2007).

3.4 Variables

- **Variable Independiente:** Diseño de sistema
- **Variable Dependiente:** Optimización de distribución de planta

3.5 Metodología SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANING)

Desarrollado por Richard Muther siendo el más tradicional para el diseño de distribución de planta el cual es desarrollado a través de la determinación de diversas

secuencias organizadas. La planeación sistemática de planta consiste en un análisis cualitativo que tiene por finalidad establecer relaciones de cercanía entre los departamentos para reducir el flujo de materiales entre las áreas de una planta que vayan conforme con la naturaleza del proceso, cantidad de productos y los patrones de flujo¹.

- El método comienza realizando un seguimiento al producto, para ello se realiza un análisis P-Q (producto – cantidad) que permitirá tener una visión de las proyecciones a futuro, se toma en cuenta el número de instalaciones y sus capacidades máximas.
- Así mismo se realiza un seguimiento al flujo de los productos por las áreas y equipamientos que intervienen en la producción, de esa manera podemos conocer y organizar los desplazamientos que realizan los bienes dentro de los sectores. Para tal fin se pueden utilizar herramientas como los diagramas de proceso. A continuación, se observa la siguiente tabla:






ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
OPERACIÓN		SE PRODUCE O REALIZA ALGO
TRANSPORTE		SE CAMBIA DE LUGAR O SE MUEVE UN OBJETO
INSPECCIÓN		SE VERIFICA LA CALIDAD O LA CANTIDAD DEL PRODUCTO
DEMORA		SE INTERFIERE O RETRASA AL PASO SIGUIENTE
ALMACENAJE		SE GUARDA O SE PROTEGE EL PRODUCTO O LOS MATERIALES

Tabla 3: SIMBOLOGIA DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS

FUENTE: Estudio del trabajo. Roberto García Criollo 2005

¹ Collazos, J. Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta. (2013). Universidad Nacional de Colombia. Manizales. Colombia.

Al mismo tiempo se estudia la relación de actividades, se analiza el nivel de proximidad entre áreas y se muestra a través de una matriz doblada denominada tabla de relación de actividades, usando como base los diagramas de proceso previamente desarrollados. Según Muther, para determinar las proximidades se enfoca en dos preguntas ¿Qué tan cerca? y ¿Por qué? Para ello se utiliza una codificación que consiste en hallar el nivel de relevancia a la relación de cercanía que debe existir entre las actividades.

CÓDIGO	VALOR DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Tabla 4: CÓDIGO DE PROXIMIDADES

Fuente: Diaz Garay, Jarufe Zedán & Noriega Aranibar 2007

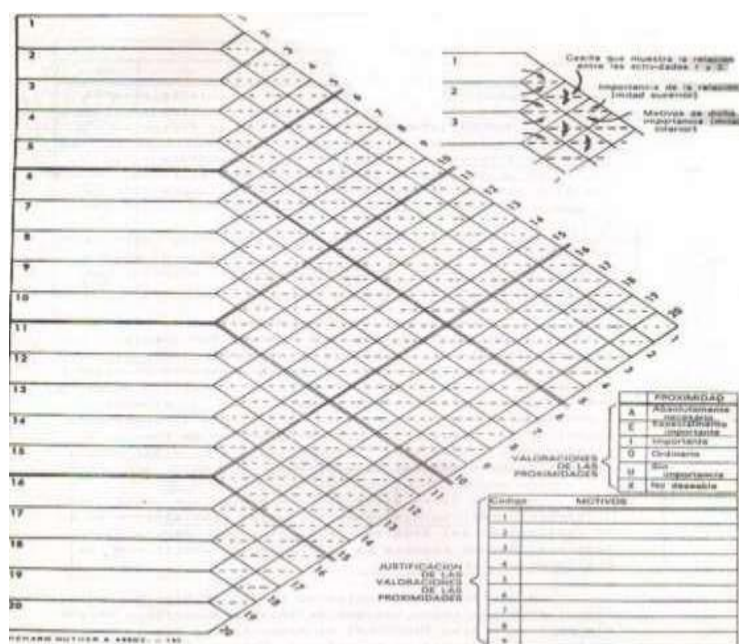


Ilustración 5: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

Fuente: Richard Muther, 1977

- Posteriormente con los análisis de actividades y recorridos realizados con anterioridad se procede a distribuir geográficamente las áreas de la planta, sin tener en cuenta el proceso.
- Finalmente se realiza el cálculo de las superficies requeridas teniendo en cuenta las dimensiones del terreno que se dispone, las dimensiones de los equipos y máquinas a utilizar en cada una de las áreas. Para el cálculo de estas superficies se utilizará una metodología denominada Guerchet .

3.6 Metodología Guerchet

Es un método empleado para hallar las áreas que se necesitan para implementar una planta, para ello se tiene que identificar los elementos móviles y estáticos (máquinas, equipos, personal), para el cálculo se debe disponer de cierta información de entrada como las dimensiones de la maquinaria que se utiliza, así mismo, este método divide las superficies en tres partes siendo las siguientes: superficie estática, gravitatoria y evolutiva; con ello se determina la superficie total (Díaz Garay, Jarufe Zedán, & Noriega Aranibar, 2007)

- **Superficie estática (Ss):** se refiere a las dimensiones en metros cuadrados de los equipos, máquinas y muebles de las instalaciones.

$$Ss = L \times h$$

- **Superficie gravitatoria (Sg):** comprende a la superficie que rodea al puesto que es utilizado por el trabajador, las herramientas y el material requerido para ejecutar sus tareas. Se obtiene del producto de (Ss) por el # de lados de la máquina que se utiliza para trabajar (N).

$$Sg = Ss * N$$

- **Superficie evolutiva (Se):** espacio donde se toma en cuenta el espacio entre

las áreas de trabajo para el traslado de materiales y personal. Su cálculo se obtiene a partir del producto de la Ss y la gravitatoria individual de cada máquina por un coeficiente de superficie evolutiva (K), el cual es una relación entre los elementos móviles y estáticos.

$$Se = (Ss + Sg) (K)$$

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \cdot h_{EE}}$$

Donde:

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r Ss \cdot n \cdot h}{\sum_{i=1}^r Ss \cdot n} \quad h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^t Ss \cdot n \cdot h}{\sum_{i=1}^t Ss \cdot n}$$

Siendo:

r= Variedad de elementos móviles.

t= Variedad de elementos móviles

Ss= Superficie estática de cada elemento

n= Número de elementos de cada tipo

h= Altura de cada elemento

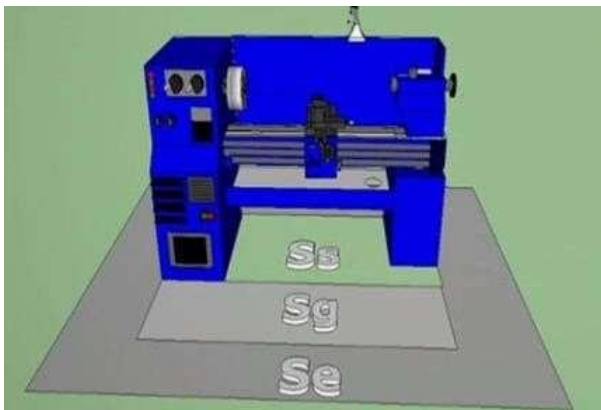


Ilustración 6: TIPOS DE SUPERFICIES

Fuente: <https://slideplayer.es/slide/13066076/>

CAPÍTULO 4: RESULTADOS ENCONTRADOS

4.1 Identificación de fuentes

Respecto al origen de las fuentes que se recurrirá para el trabajo de investigación actual, se basa en fuentes primarias, ya que se recopilará información directa de una planta de cerveza artesanal de Lima.

4.2 Método de recopilación de datos

En este caso se recopilará información mediante la observación directa al área de producción para identificar los detalles del diseño de la planta y mediante encuestas realizadas al personal involucrado en el proceso productivo de la cerveza.

4.3 Encuesta diseñada para los trabajadores de una planta de cerveza artesanal

Esta herramienta consiste en la realización de ocho preguntas que guardan relación con el diseño de planta actual donde se desea evaluar. La encuesta se diseñó teniendo en cuenta la escala de Likert, es decir tiene el objetivo de poder realizar una medición de las actitudes y el grado de conformidad de las personas encuestadas ante las premisas que se le proponga, dándole valores a sus respuestas como se muestra a continuación:

Donde “P”: Pregunta

		DESCONOCE	INDIFERENTE	NO CONFORME	CONFORME	TOTALMENTE DE ACUERDO
ITEM	ENCUESTA EN UNA PLANTA DE CERVEZA ARTESANAL	1	2	3	4	5
P1	¿Cree usted que la distribución actual de la planta ha sido diseñada teniendo en cuenta una metodología?					
P2	¿Cree usted que el nivel de productividad es influenciado por la distribución de planta ?					
P3	¿Cree usted que se reducirán los tiempos muertos debido al recorrido entre las áreas con una nueva distribución ?					
P4	¿Cree usted que con una buena distribución se obtenga un mejora en la capacidad productiva?					
P5	¿Cree usted que la actual distribución tiene relación con el número de productos defectuosos?					
P6	¿Se sentiría más cómodo en un área de trabajo sin merma, materiales, herramientas, productos acumulados?					
P7	¿Cree usted que el área limitado de la planta pueda ser un obstáculo para una nueva propuesta de diseño?					
P8	¿Cree usted que la planta debe ser diseñada de acuerdo a la demanda de su producto?					

Tabla 5: MODELO DE ENCUESTA

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la encuesta a un grupo diez trabajadores del área de producción de una fábrica de cerveza artesanal en Lima Este con el objetivo de hacer uso de la herramienta y observar los resultados que puede brindar.

Para poder dar validez al instrumento empleado se empleó el Alfa de Cronbach, el cual es un indicador de confiabilidad que nos brinda una medida de consistencia entre las correlaciones de las variables, se puede calcular de dos formas: a partir de las varianzas o de las correlaciones de los ítems.

Este cálculo se realizó utilizando el software Microsoft Excel.

Resultados de la encuesta:

Pregunta 1: ¿Cree usted que la distribución actual de la planta ha sido diseñada teniendo en cuenta una metodología?

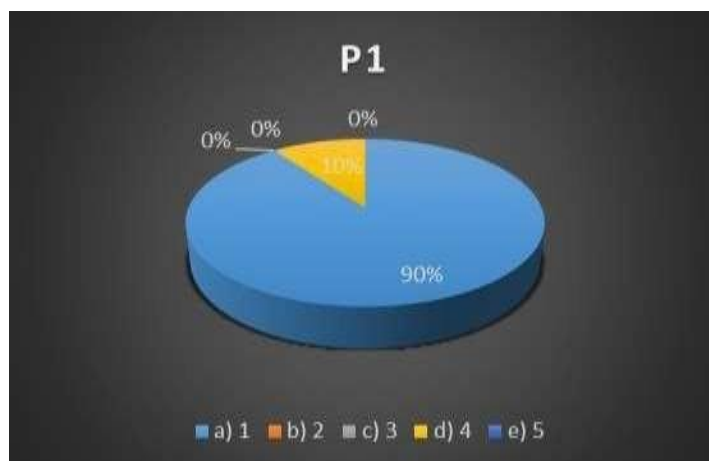


Ilustración 7: RESULTADOS DE PREGUNTA 1

Fuente: Elaboración propia

Pregunta 2: ¿Cree usted que el nivel de productividad es influenciado por la distribución de planta?

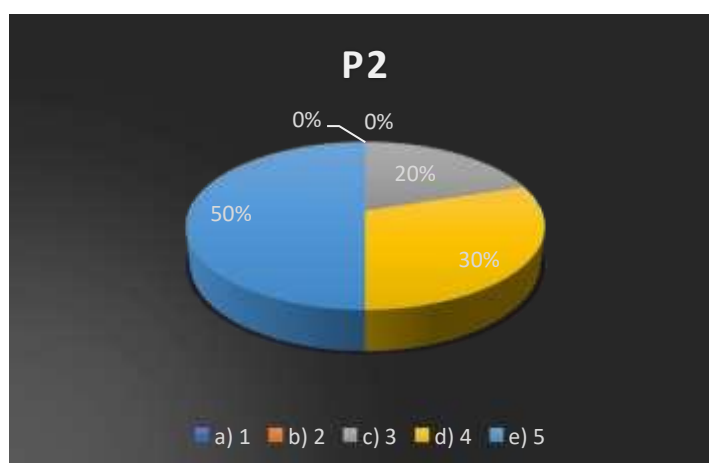


Ilustración 8: RESULTADOS DE PREGUNTA 2

Fuente: Elaboración propia

Pregunta 3: ¿Cree usted que se reducirán los tiempos muertos debido al recorrido entre las áreas con una nueva distribución?

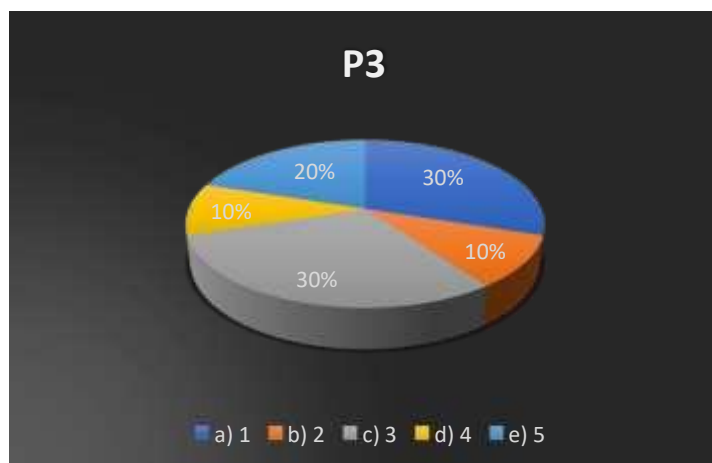


Ilustración 9: RESULTADOS DE PREGUNTA 3

Fuente: Elaboración propia

Pregunta 4: ¿Cree usted que con una buena distribución se obtenga una mejora en la capacidad productiva?

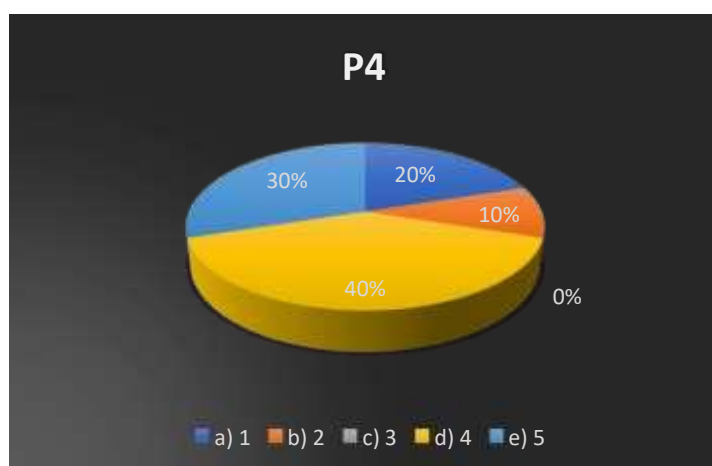


Ilustración 10: RESULTADOS DE PREGUNTA 4

Fuente: Elaboración propia

Pregunta 5: ¿Cree usted que la actual distribución tiene relación con el número de productos defectuosos?

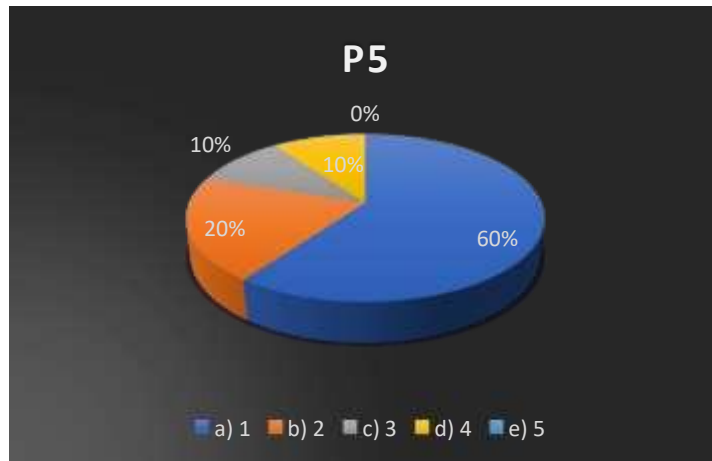


Ilustración 11: RESULTADOS DE PREGUNTA 5

Fuente: Elaboración propia

Pregunta 6: ¿Se sentiría más cómodo en un área de trabajo sin merma, materiales, herramientas, productos acumulados?



Ilustración 12: RESULTADOS DE PREGUNTA 6

Fuente: Elaboración propia

Pregunta 7: ¿Cree usted que el área limitado de la planta pueda ser un obstáculo para una nueva propuesta de diseño?

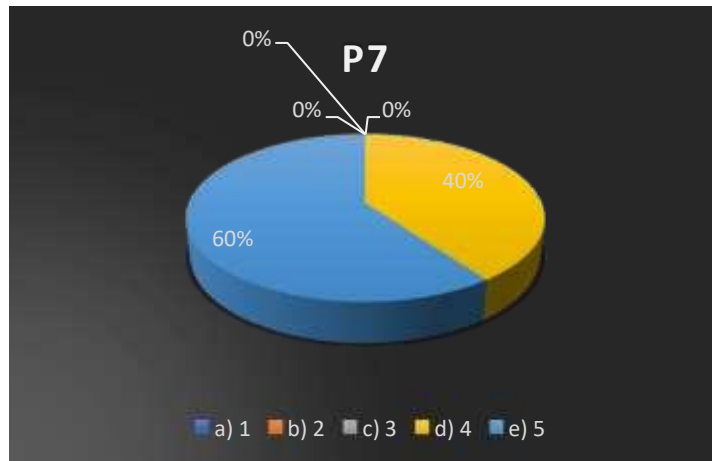


Ilustración 13: RESULTADOS DE PREGUNTA 7

Fuente: Elaboración propia

Pregunta 8: ¿Cree usted que la planta debe ser diseñada de acuerdo a la demanda de su producto?

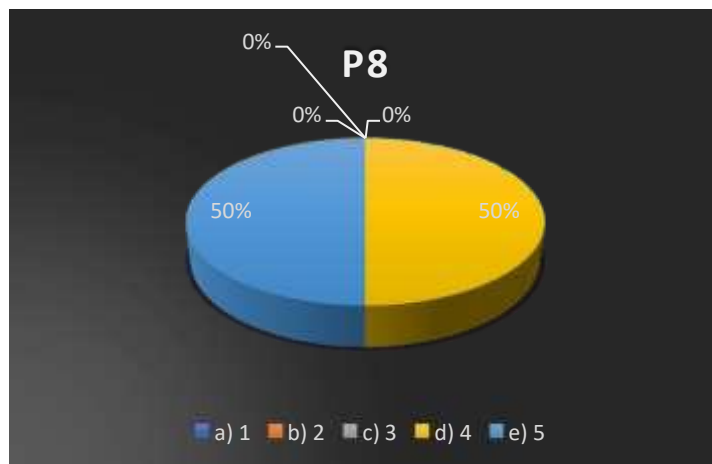


Ilustración 14: RESULTADOS DE PREGUNTA 8

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa un resumen de los resultados mostrados:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
a) 1	90%	0%	30%	20%	60%	0%	0%	0%
b) 2	0%	0%	10%	10%	20%	0%	0%	0%
c) 3	0%	20%	30%	0%	10%	10%	0%	0%
d) 4	10%	30%	10%	40%	10%	60%	40%	50%
e) 5	0%	50%	20%	30%	0%	30%	60%	50%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 6: RESUMEN DE RESULTADOS DE ENCUESTA

Fuente: Elaboración propia

Después de evaluar los resultados se realizó algunos cálculos adicionales como la sumatoria de resultados y el cálculo de la varianza con la finalidad de hallar el Alpha de Cronbach

Dónde:

S: sujeto

Ítem: número de preguntas (Véase tabla 5)

Encuestados	ITEM								Sumatoria
	1	2	3	4	5	6	7	8	
S 1	1	3	1	4	1	4	4	4	22
S 2	1	3	1	1	1	5	4	4	20
S 3	1	4	2	4	2	4	4	4	25
S 4	1	5	5	4	3	5	5	5	33
S 5	1	5	4	1	1	4	4	5	25
S 6	1	5	3	2	1	4	5	5	26
S 7	1	4	1	4	1	3	5	4	23
S 8	1	4	5	5	1	4	5	5	30
S 9	1	5	3	5	2	5	5	5	31
S 10	4	5	3	5	4	4	5	4	34
Varianzas	0.81	0.61	2.16	2.25	1.01	0.36	0.24	0.25	

Tabla 7: ANALISIS DEL RESULTADO DE LA ENCUESTA

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó la información de la tabla anterior y se halló utilizando la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Ilustración 15: FÓRMULA ALFA DE CRONBACH

Se halló los siguientes resultados:

ALFA DE CRONBACH	0.7021
K (número de items)	10
Vi (varianza de cada item)	7.69
Vt (varianza total)	20.89

Tabla 8: DATOS PARA EL CÁLCULO DEL ALFA DE CRONBACH

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el Alpha de Cronbach calculado tuvo como resultado 0.7021, este resultado muestra que el instrumento diseñado posee un grado de confiabilidad alta, según la escala propuesta para este indicador de validación.

A continuación, se observa la tabla de interpretación del coeficiente de Cronbach:

INTERPRETACION DEL COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD	
RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	MUY ALTA
0.61 a 0.80	ALTA
0.41 a 0.60	MODERADA
0.21 a 0.40	BAJA
0.01 a 0.20	MUY BAJA

Tabla 9: TABLA DE INTERPRETACIÓN

Fuente: Ruiz 2000, P.70

4.4 Modelo de Observación

Se diseñó una ficha de observación que recolecte datos precisos y necesarios para obtener información para realizar una propuesta de distribución, además se registra y se documenta los procesos que son desarrollados en la elaboración de la cerveza artesanal.

FICHA DE OBSERVACIÓN	
Fecha: _____	
Planta: _____	
ITEMS	PLANTA DE CERVEZA ARTESANAL
1. Cantidad de áreas de la planta	
2. Layout de planta	
3. Cantidad de máquinas y/o equipos por área	
4. Tipo de distribución de planta	
5. Frecuencia de paradas imprevistas	
6. Cuellos de botella en el proceso	
7. Estado de máquinas y equipos	

Tabla 10: MODELO DE FICHA DE OBSERVACIÓN

Fuente: Elaboración propia

4.5 Evaluación de distribución

Posterior a la realización de la observación y de la encuesta en la planta de cerveza artesanal, ya se tendría información suficiente para evaluar la distribución de la planta.

Se procedería de la siguiente manera:

- Conocer las medidas de los equipos, máquinas y muebles del área.
- Conocer algunos diagramas de la planta como el diagrama de recorrido, diagrama de actividades de procesos, etc.
- Analizar el Layout del área de producción con la finalidad de obtener una noción para realizar una posible redistribución.
- Evaluar la distribución empleando el método Guerchet con el objetivo de saber si el espacio utilizado es el correcto o tal vez se requiere una redistribución.
- Posterior a la evaluación de la planta con el método Guerchet se procedería a evaluar el Layout con el método SLP con la finalidad de determinar si las áreas colindantes son realmente las correctas, ya que este método determina el nivel de relación entre áreas.
- Posterior a la evaluación de ambos métodos se analiza y si es necesario se plantea una redistribución y se realiza un nuevo Layout y nuevos diagramas.
- Finalmente se evalúa los diagramas actuales y propuestos con la finalidad de observar si existe una optimización del área considerable que amerite la ejecución de la redistribución.

En este caso se demostrará lo mencionado con anterioridad realizando el análisis del área de producción de una fábrica de cerveza artesanal de Lima Este.

El primer paso es conocer las dimensiones de las máquinas, equipo y muebles como se muestra en el siguiente cuadro:

MAQUINARIA/EQUIPOS/MUEBLES	LARGO (cm)	ALTO (cm)	ANCHO(cm)	DIAMETRO (cm)
Molino	33	58	40	-
Olla de maceración	-	39	-	40
Olla de cocción	-	48	-	40
Tablero eléctrico	100	100	30	-
Intercambiador de calor	19	15.5	7	-
Lavatorio	90	100	40	-
Tanque fermentador	-	199	-	72
Embotelladora	90	160	50	-
Enchapadora	29	60	22	-
Etiquetadora	46	46	44	-
Mesa de Enchapadora	80	90	45	-
Mesa de Etiquetadora	80	90	50	-
Estante de materia prima	305	180	40	-
Estante de botellas	180	180	40	-
Estante 1	60	180	40	-
Estante 2	100	180	40	-
Estante 3	80	180	40	-

Tabla 11: DIMENSION DE MAQUINAS, EQUIPOS Y MUEBLES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia

En el segundo paso se debe conocer algunos diagramas. En este caso se mostrará el Diagrama de Actividades del Proceso:

Diagrama de Actividades del Proceso			Operario	Material	Equipo
Diagrama Num.: 1	Hoja Num. 1 de 3	RESUMEN			
Producto: CERVEZA ARTE SANAL		Actividad	Actual	Propuesta	Economía
Actividad: MOLER, MACERAR, COCER, FILTRAR, ENFRIAR, FERMENTAR, MADURAR, ENVASAR, ENCHAPAR, ETIQUETAR		Operación	15		
		Transporte	12		
		Inspección	11		
		Almacenamiento	6		
		Demora	5		
		Distancia (m)	34.7		
Metodo : Actual / Propuesto		Tiempo (min)	300		
Lugar: Lima Este		Costos:			
Operario (s) : 4	Ficha Num.	M ano de obra	4		
		M ateriales			
Compuesto por: Andrés C.	Fecha: 15/06/2019	Totales			
Aprobado por:	Fecha:				

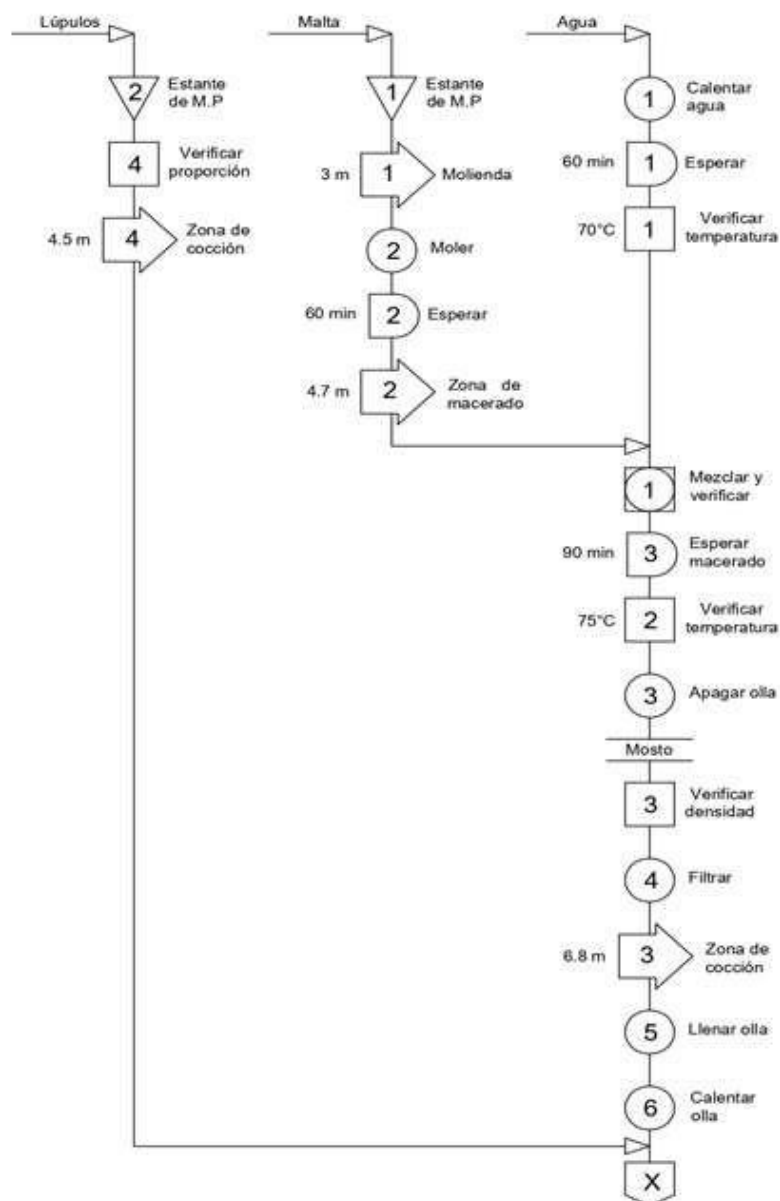


Diagrama de Actividades del Proceso		Operario	Material	Equipo
Diagrama Num.: 1	Hoja Num. 2 de 3	RESUMEN		
Producto: CERVEZA ARTE SANAL		Actividad	Actual	Propuesta
Actividad: MOLER, MACERAR, COCER, FILTRAR, ENFRIAR, FERMENTAR, MADURAR, ENVASAR, ENCHAPAR, ETIQUETAR		Operación 	15	
		Transporte 	12	
		Inspeccion 	11	
		Almacenamiento 	6	
		Demora 	5	
Metodo : Actual / Propuesto		Distancia (m)	34.7	
Lugar: Lima Este		Tiempo (min)	300	
Operario (s) : 4		Costos:		
Fecha Num.		M ano de obra	4	
		M ateriales		
Compuesto por: Andrés C.		Totales		
Fecha: 15/06/2019				
Aprobado por:				
Fecha:				

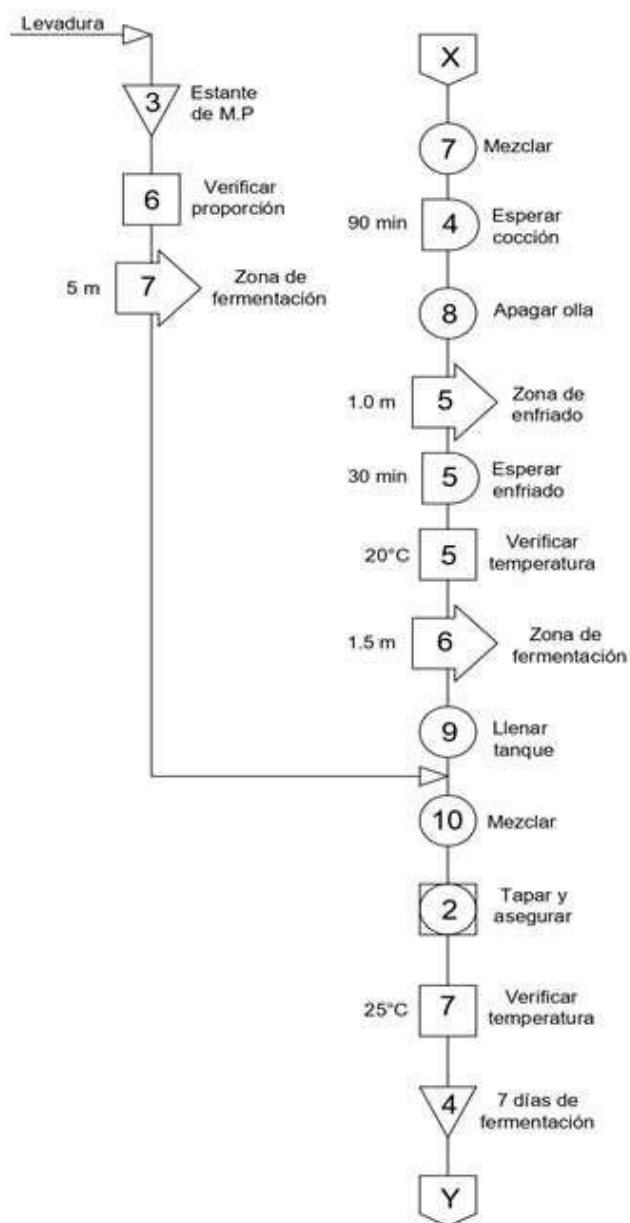


Diagrama de Actividades del Proceso			Operario	Material	Equipo
Diagrama Num. 1	Hoja Num. 3 de 3		RESUMEN		
Producto:		Actividad	Actual	Propuesta	Economía
CERVEZA ARTE SANAL		Operación 	15		
		Transporte 	12		
		Inspeccion 	11		
		Almacenamiento 	6		
		Demora 	5		
Actividad:		Distancia (m)	34.7		
MOLER, MACERAR, COCER, FILTRAR, ENFRIAR, FERMENTAR, MADURAR, ENVASAR, ENCHAPAR, ETIQUETAR		Tiempo (min)	300		
Metodo :	Actual / Propuesto		Costos:		
Lugar: Lima Este		Mano de obra	4		
Operario (s) : 4		Materiales			
Fecha Num.		Totales			
Compuesto por: Andrés C.					
Fecha: 15/06/2019					
Aprobado por:					
Fecha:					

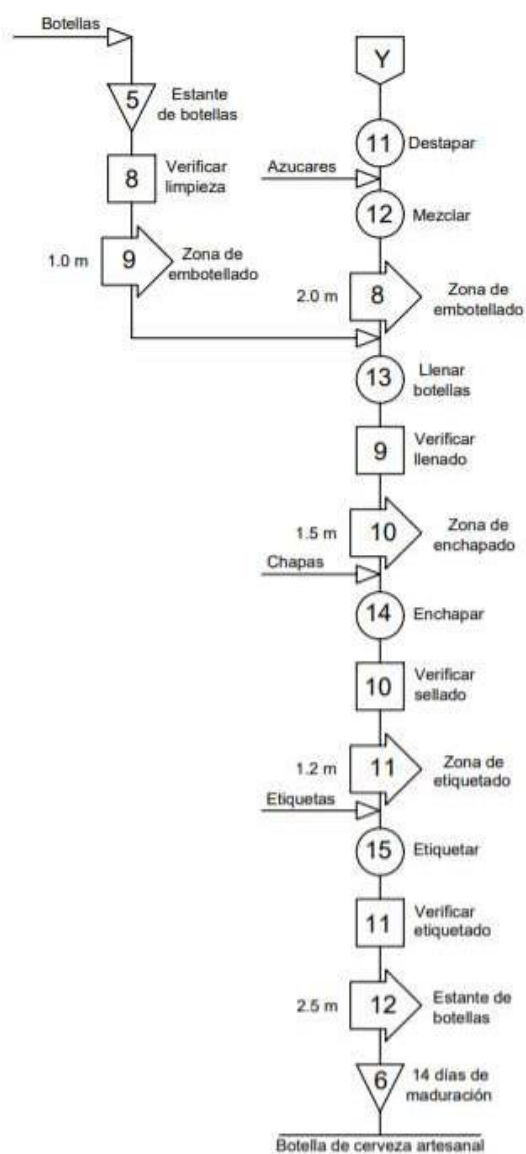


Ilustración 16: D.A.P. CERVEZA ARTESANAL ACTUAL

Fuente: Elaboración propia

Posterior a obtener información del D.A.P se mostrará el Layout de la planta con un área de 32.5m²: Las medidas se encuentran en cm.

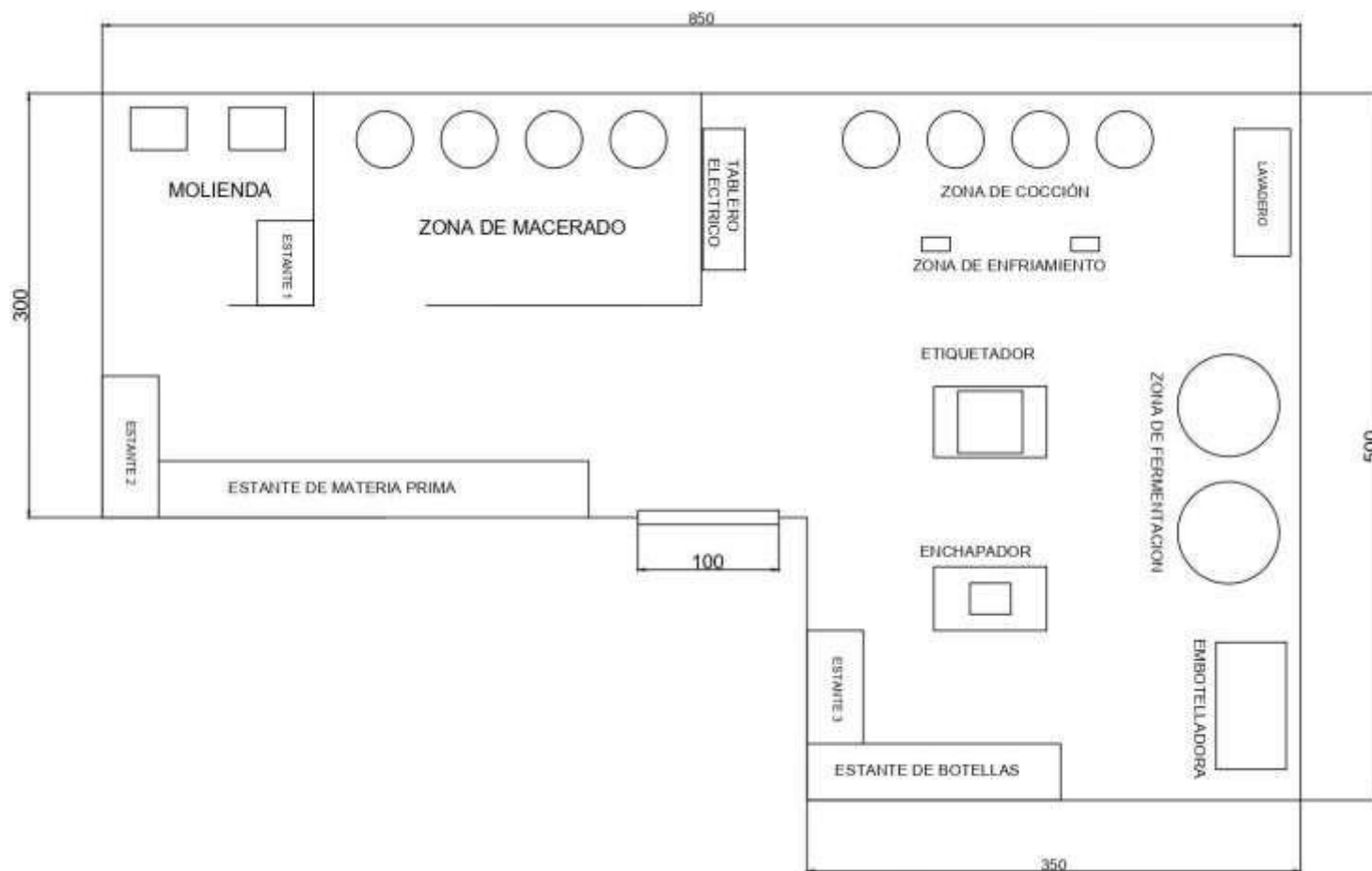


Ilustración 17: LAYOUT DE PLANTA ACTUAL

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso que realizar es la aplicación del método Guerchet con el objetivo de saber si el área utilizada es el correcto. Para ello se tiene la siguiente información:

MAQUINARIA/EQUIPOS/MUEBLES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO(m)	DIAMETRO (m)	CANTIDAD	LADOS
Molino	0.33	0.58	0.4	-	2	2
Olla de maceración	-	0.39	-	0.4	4	1
Olla de cocción	-	0.48	-	0.4	4	1
Tablero eléctrico	1	1	0.3	-	1	1
Intercambiador de calor	0.19	0.155	0.07	-	2	2
Lavatorio	0.9	1	0.4	-	1	1
Tanque fermentador	-	1.99	-	0.72	2	1
Embotelladora	0.9	1.6	0.5	-	1	1
Enchapadora	0.29	0.6	0.22	-	1	1
Etiquetadora	0.46	0.46	0.44	-	1	1
Mesa de Enchapadora	0.8	0.9	0.45	-	1	1
Mesa de Etiquetadora	0.8	0.9	0.5	-	1	1
Estante de materia prima	3.05	1.8	0.4	-	1	1
Estante de botellas	1.8	1.8	0.4	-	1	1
Estante 1	0.6	1.8	0.4	-	1	1
Estante 2	1	1.8	0.4	-	1	1
Estante 3	0.8	1.8	0.4	-	1	1

Tabla 12: DIMENSIONES, CANTIDADES Y LADOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Fuente: Elaboración propia

La enchapadora, la etiquetadora y sus respectivas mesas se considerará la sumatoria de las medidas de acuerdo con lo que corresponda, ya que estos equipos están encima de estos muebles. La tabla quedará de esta forma:

MAQUINARIA/EQUIPOS/MUEBLES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO(m)	DIAMETRO (m)	CANTIDAD	LADOS(N)
Molino	0.33	0.58	0.4	-	2	2
Olla de maceración	-	0.39	-	0.4	4	1
Olla de cocción	-	0.48	-	0.4	4	1
Tablero eléctrico	1	1	0.3	-	1	1
Intercambiador de calor	0.19	0.16	0.07	-	2	2
Lavatorio	0.9	1	0.4	-	1	1
Tanque fermentador	-	1.99	-	0.72	2	1
Embotelladora	0.9	1.6	0.5	-	1	1
Mesa con Enchapadora	0.8	1.5	0.45	-	1	1
Mesa con Etiquetadora	0.8	1.36	0.5	-	1	1
Estante de materia prima	3.05	1.8	0.4	-	1	1
Estante de botellas	1.8	1.8	0.4	-	1	1
Estante 1	0.6	1.8	0.4	-	1	1
Estante 2	1	1.8	0.4	-	1	1
Estante 3	0.8	1.8	0.4	-	1	1

Tabla 13: TABLA FINAL DE DIMENSIONES

Fuente: Elaboración propia

Con la información mostrada se procederá a calcular las superficies estáticas (Ss), de gravitación (Sg) y de evolución (Se), para ello también será necesario calcular el “K” para la obtención de las superficies de evolución:

MAQUINARIA/EQUIPOS/MUEBLES	CANTIDAD(C)	Ss(m2)	Sg(m2)	Se(m2)	ST (m2)	ST *C (m2)
Molino	2	0.132	0.26	0.22	0.61	1.23
Olla de maceración	4	0.126	0.13	0.14	0.39	1.56
Olla de cocción	4	0.126	0.13	0.14	0.39	1.56
Tablero eléctrico	1	0.3	0.3	0.33	0.93	0.93
Intercambiador de calor	2	0.013	0.027	0.02	0.06	0.12
Lavatorio	1	0.36	0.36	0.40	1.12	1.12
Embotelladora	1	0.45	0.45	0.50	1.40	1.40
Tanque fermentador	2	0.41	0.41	0.44	1.26	2.51
Mesa con Enchapadora	1	0.36	0.36	0.40	1.12	1.12
Mesa con Etiquetadora	1	0.4	0.4	0.44	1.24	1.24
Estante de materia prima	1	1.22	1.22	1.34	3.78	3.78
Estante de botellas	1	0.72	0.72	0.79	2.23	2.23
Estante 1	1	0.24	0.24	0.26	0.74	0.74
Estante 2	1	0.4	0.4	0.44	1.24	1.24
Estante 3	1	0.32	0.32	0.35	0.99	0.99
					ÁREA TOTAL	21.78

Tabla 14: CÁLCULOS GUERCHET

Fuente: Elaboración propia

Después de la evaluación del método Guerchet al área de producción de la planta cervecera se obtuvo un área necesaria de 21.78 m², es decir aproximadamente 22 m², lo cual nos indica lo siguiente:

El área actual de producción es de 32.5m², al realizar el cálculo en Guerchet nos indica que se requiere sólo 22 m². Esto nos indica que se podría realizar una mejor distribución con la finalidad de ahorrar espacio, minimizar recorridos y quizás instalar a nueva maquinaria con la finalidad de incrementar la capacidad productiva.

El índice de Utilización de espacios sólo es el 67.02%, es decir aún queda bastante espacio por ocupar, pero por la distribución actual aparentemente todo el espacio está utilizado. En este caso si es recomendable realizar una distribución.

Posterior al método Guerchet ahora se realizará la evaluación del área con el método SLP. Antes de ello se realizará una codificación de las máquinas, equipos y muebles con el objetivo de organizar y analizar cualitativamente el grado de relación que posee las actividades que se desarrollan durante la producción. Por ello se muestra la siguiente tabla:

ÁREA	CÓDIGO	MAQUINARIA/EQUIPOS/MUEBLES	CÓDIGO
P R O D U C C I Ó N	P R O D	Molino	MOL
		Olla de maceración	OMA
		Olla de cocción	OCO
		Tablero eléctrico	TE
		Intercambiador de calor	IC
		Lavatorio	LV
		Tanque fermentador	TFER
		Embotelladora	EMB
		Mesa con Enchapadora	MCEN
		Mesa con Etiquetadora	MCET
		Estante de materia prima	EMP
		Estante de botellas	EDB
		Estante 1	ET1
		Estante 2	ET2
		Estante 3	ET3

Tabla 15: TABLA DE CODIFICACION

Fuente: Elaboración propia

Para empezar, se realizará la tabla relacional, por ello se observa la siguiente tabla de escala de valores de proximidad:

CÓDIGO	VALOR DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Tabla 16: ESCALA DE VALORES DE PROXIMIDAD

Fuente: Díaz Garay, Jarufe Zedán & Noriega Aranibar, 2007

A continuación, se observa la tabla relacional del área de producción de la fábrica de cerveza artesanal:

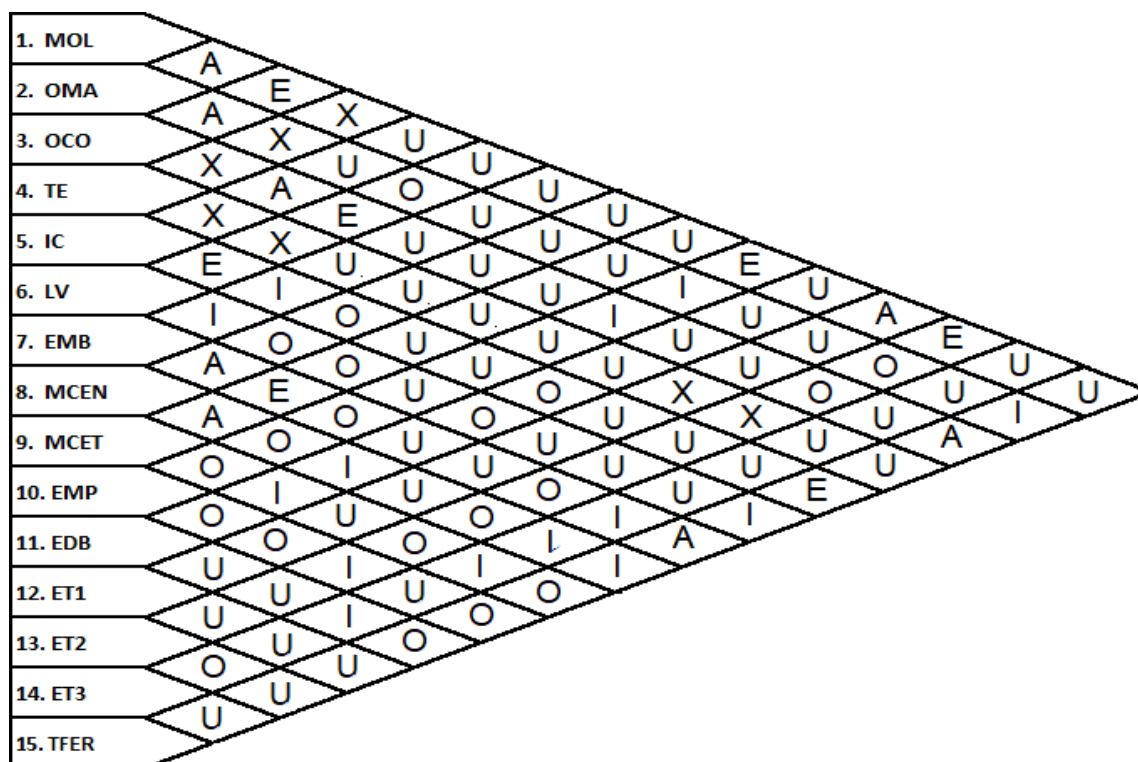


Tabla 17: DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla relacional se obtiene los siguientes valores de proximidad:

CÓDIGO	PARES ORDENADOS	CANTIDAD
A	(1, 2); (1, 12); (2, 3); (3, 5); (3, 15); (7, 8); (7, 15); (8, 9)	8
E	(1, 3); (1, 10); (1, 13); (3, 6); (5, 6); (5, 15); (7, 9)	7
I	(2, 10); (2, 15); (3, 10); (5, 7); (6, 7); (6, 15); (7, 14); (8, 11); (8, 14); (8, 15); (9, 11); (9, 14); (10, 13); (11, 14)	14
O	(2, 6); (2, 13); (3, 13); (5, 8); (5, 11); (6, 8); (6, 9); (6, 11); (7, 10); (7, 13); (8, 10); (8, 13); (9, 10); (9, 13); (9, 15); (10, 11); (10, 12); (10, 15); (11, 15); (13, 14)	20
U	(1, 5); (1, 6); (1, 7); (1, 8); (1, 9); (1, 11); (1, 14); (1, 15); (2, 5); (2, 7); (2, 8); (2, 9); (2, 11); (2, 12); (2, 14); (3, 7); (3, 8); (3, 9); (3, 11); (3, 12); (3, 14); (4, 7); (4, 8); (4, 9); (4, 10); (4, 11); (4, 14); (4, 15); (5, 9); (5, 10); (5, 12); (5, 13); (5, 14); (6, 10); (6, 12); (6, 13); (6, 14); (7, 11); (7, 12); (8, 12); (9, 12); (10, 14); (11, 12); (11, 13); (12, 13); (12, 14); (12, 15); (13, 15); (14, 15)	49
X	(1, 4); (2, 4); (3, 4); (4, 5); (4, 6); (4, 12); (4, 13)	7
		105

Tabla 18: TABLA DE PARES ORDENADOS

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa la simbología que se asignará a cada actividad, esto será de utilidad en el diagrama relacional de actividades:

SÍMBOLOS	ACTIVIDADES
	MOLIENDA
	ZONA DE MACERACIÓN
	ZONA DE COCCIÓN
	TABLERO ELÉCTRICO
	INTERCAMBIADOR DE CALOR
	LAVADERO
	ZONA DE EMBOTELLADO
	ZONA DE ENCHAPADO
	ZONA DE ETIQUETADO
	ESTANTE DE MATERIA PRIMA
	ESTANTE DE BOTELLAS
	ESTANTE 1
	ESTANTE 2
	ESTANTE 3
	ZONA DE FERMENTACIÓN

Tabla 19: SIMBOLOGÍA DE ACTIVIDADES

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa el diagrama relacional de actividades:

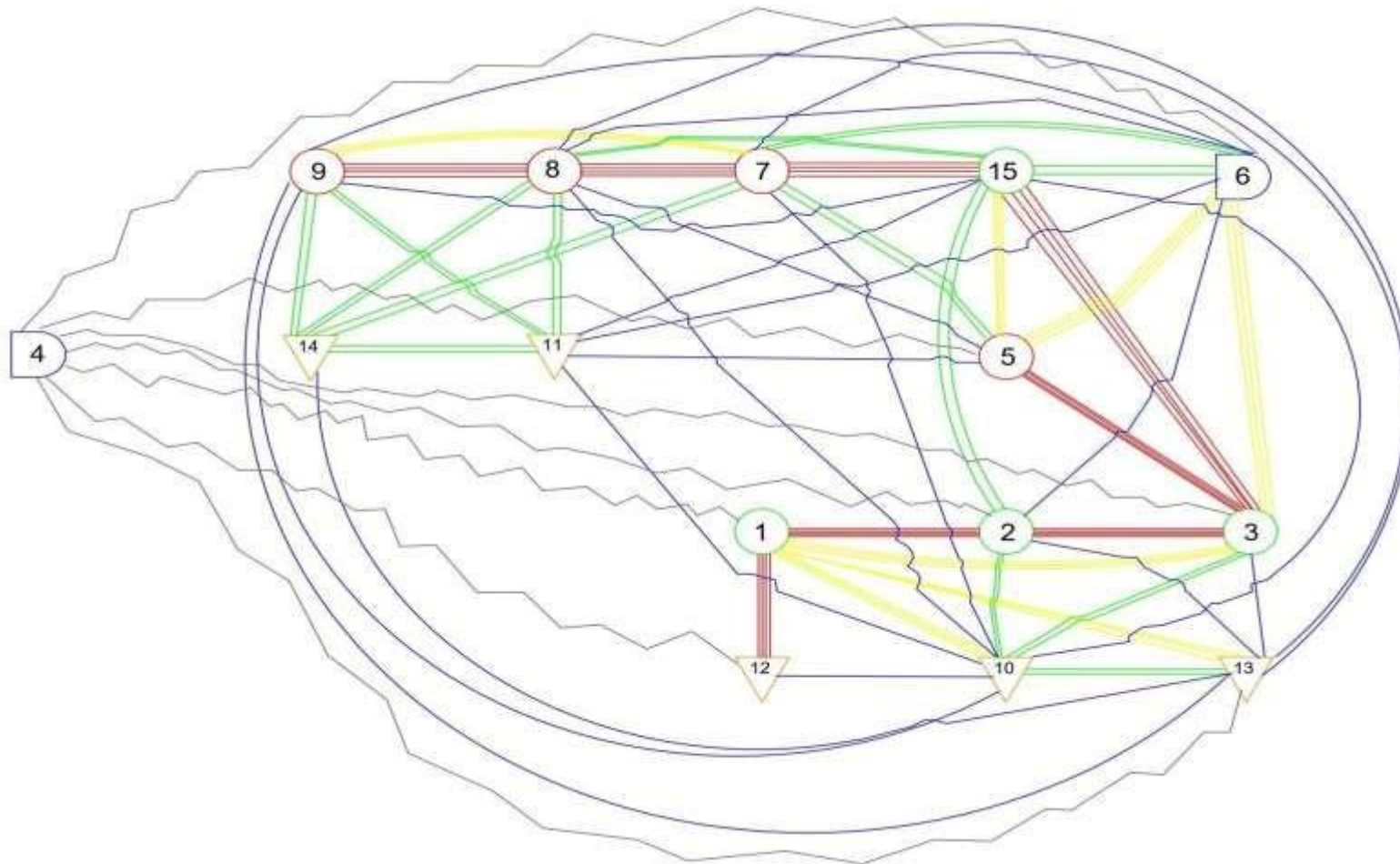


Ilustración 19: DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

Fuente: Elaboración propia

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Propuesta de diseño

Después de realizar los análisis al diseño de la planta cervecera empleando los métodos Guerchet y SLP, se observa que es necesario plantear una redistribución para optimizar el proceso de producción.

Después de realizar el diagrama relacional (Ver Ilustración 19) se obtuvo más claridad que el diseño de esta planta requiere de una redistribución para optimizar los espacios y en consecuencia mejorar el recorrido del proceso productivo. En caso aún no se tendría claro si se requiere una redistribución se podría continuar con el análisis realizando un Diagrama Relacional de Espacios, para ello se requiere las áreas, en este caso ya se tiene esas áreas debido a que se usó en el método Guerchet (Ver tabla 14). Posterior a este paso ya se podría tener una disposición ideal.

Por ello se observará un nuevo Layout mostrando la distribución propuesta y sus respectivos diagramas de recorrido y de actividades del proceso.

A continuación, se presenta el nuevo diseño de Layout propuesto:

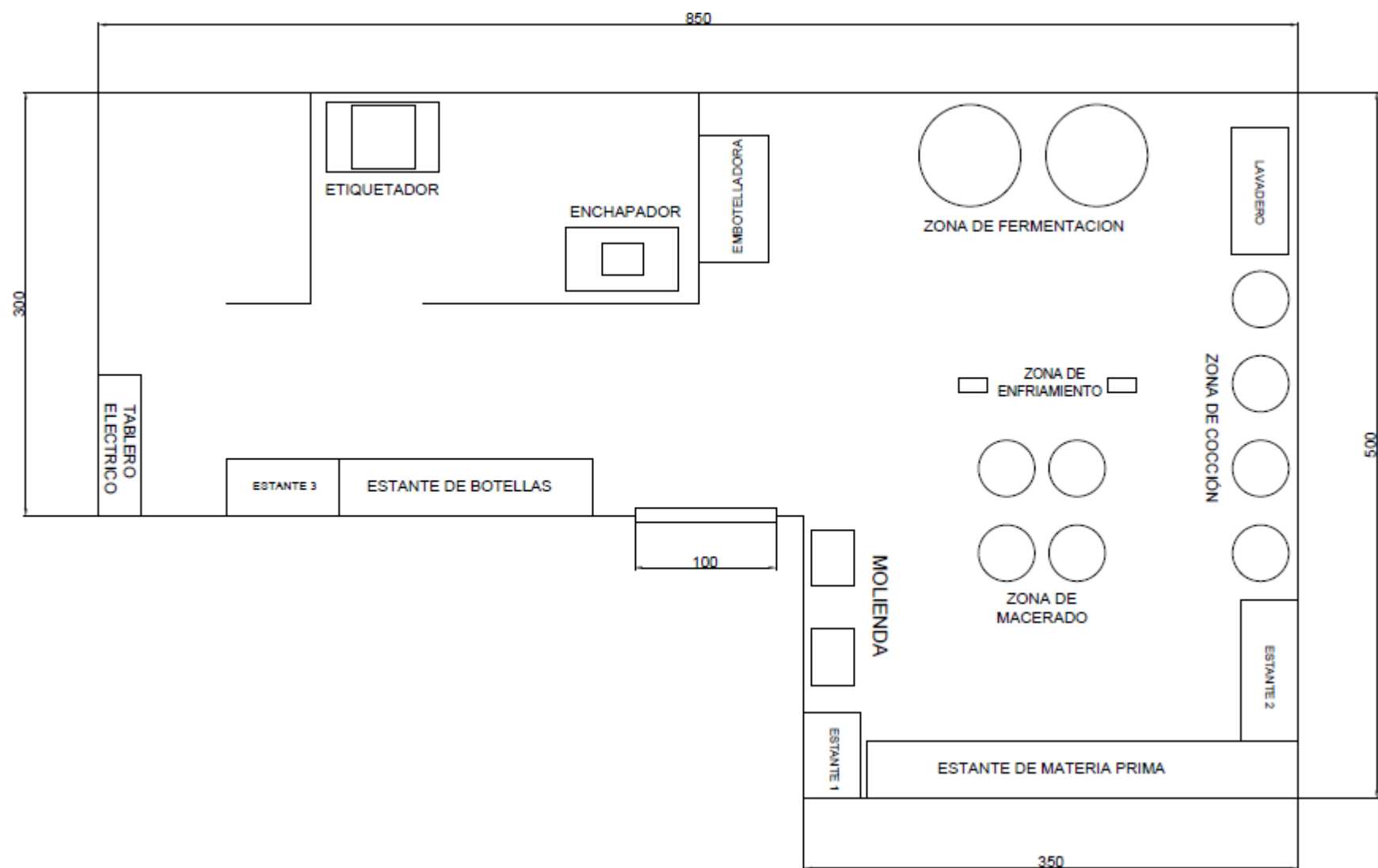


Ilustración 20: LAYOUT PROPUESTO

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se aprecia el Diagrama de recorrido del Layout propuesto

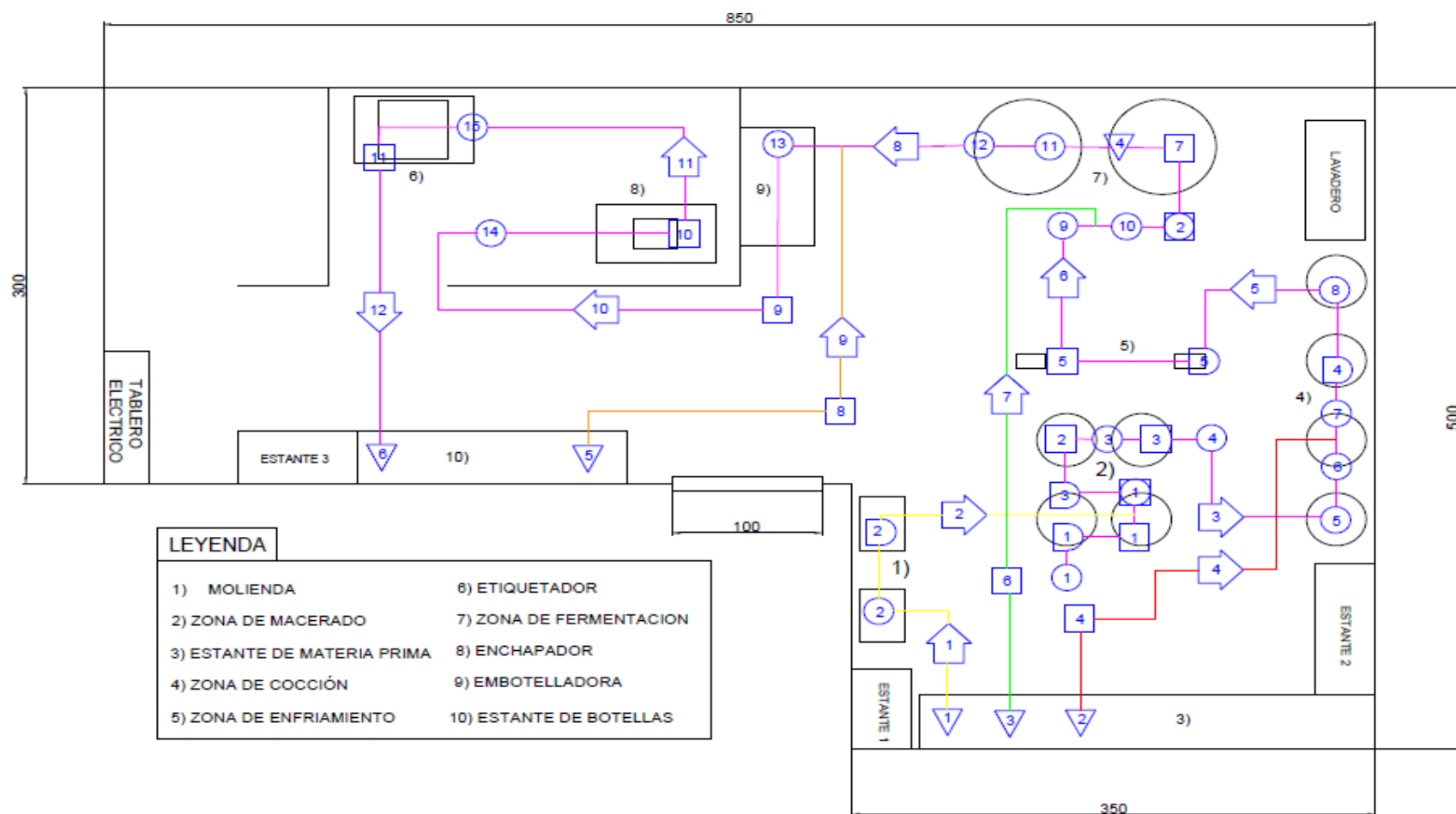


Ilustración 21: DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa el D.A.P del Layout propuesto:

Diagrama de Actividades del Proceso		Operario	Material	Equipo
Diagrama Num. 1	Hoja Num. 1 de 3	RESUMEN		
Producto: CERVEZA ARTE SANAL	Actividad		Actual	Propuesta
	Operación 		15	15
	Transporte 		12	12
	Inspeccion 		11	11
Actividad: MOLER, MACERAR, COCER, FILTRAR, ENFRIAR, FERMENTAR, MADURAR, ENVASAR, ENCHAPAR, ETIQUETAR	Almacenamiento 		6	6
	Demora 		5	5
	Distancia (m)		34.7	22.8
	Tiempo (min)		300	300
Metodo : Actual / Propuesto			300	300
Lugar: Lima Este			Costos:	
Operario (s): 4	Ficha Num.	Mano de obra		4
		Materiales		
Compuesto por: Andrés C.	Fecha: 23/06/2019	Totales		
Aprobado por:	Fecha:			

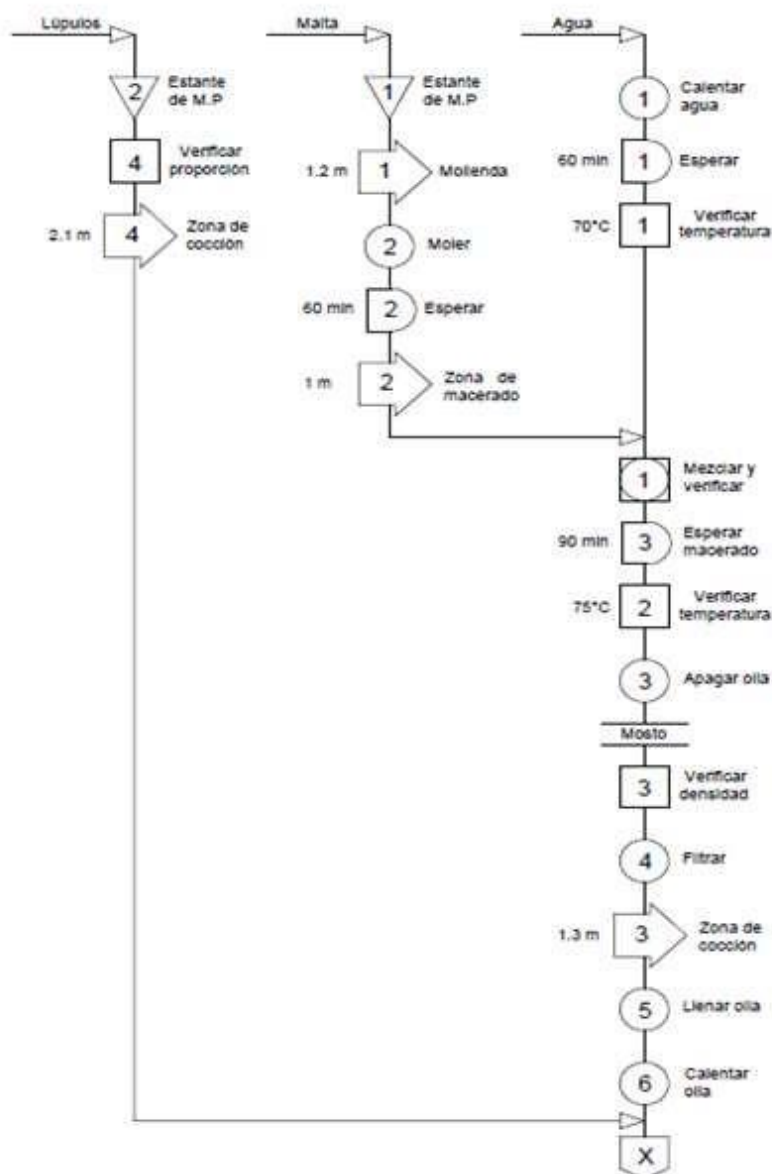


Diagrama de Actividades del Proceso			Operario	Material	Equipo
Diagrama Num.: 1	Hoja Num. 2 de 3		RESUMEN		
Producto: CERVEZA ARTE SANAL		Actividad	Actual	Propuesta	Economía
		Operación 	15	15	0
		Transporte 	12	12	0
Actividad: MOLER, MACERAR, COCER, FILTRAR, ENFRIAR, FERMENTAR, MADURAR, ENVASAR, ENCHAPAR, ETIQUETAR		Inspeccion 	11	11	0
		Almacenamiento 	6	6	0
		Demora 	5	5	0
		Distancia (m)	34.7	22.8	11.9
Metodo : Actual / Propuesto	Tiempo (min)		300	300	0
Lugar: Lima Este		Costos:			
Operario (s) : 4	Ficha Num.	Mano de obra	4		
		Materiales			
Compuesto por: Andrés C.	Fecha: 23/06/2019	Totales			
Aprobado por:	Fecha:				

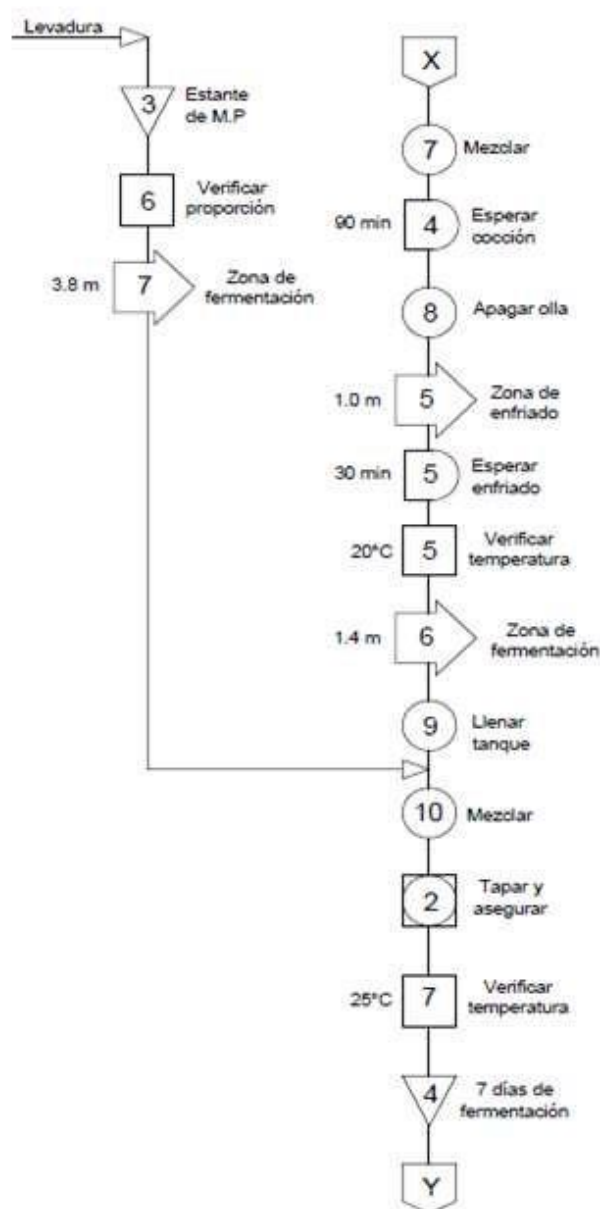


Diagrama de Actividades del Proceso			Operario	Material	Equipo
Diagrama Num.: 1		Hoja Num. 3 de 3		RESUMEN	
Producto: CERVEZA ARTE SANAL		Actividad	Actual	Propuesta	Economía
		Operación ○	15	15	0
		Transporte →	12	12	0
Actividad: MOLER, MACERAR, COCER, FILTRAR, ENFRIAR, FERMENTAR, MADURAR, ENVASAR, ENCHAPAR, ETIQUETAR		Inspeccion □	11	11	0
		Almacenamiento ▽	6	6	0
		Demora D	5	5	0
		Distancia (m)	34.7	22.8	11.9
		Tiempo (min)	300	300	0
Metodo : Actual / Propuesto					
Lugar: Lima Este		Costos:			
Operario (s) : 4		Ficha Num.		Mano de obra 4	
				Materiales	
Compuesto por: Andrés C.		Fecha: 23/06/2019		Totales	
Aprobado por:		Fecha:			

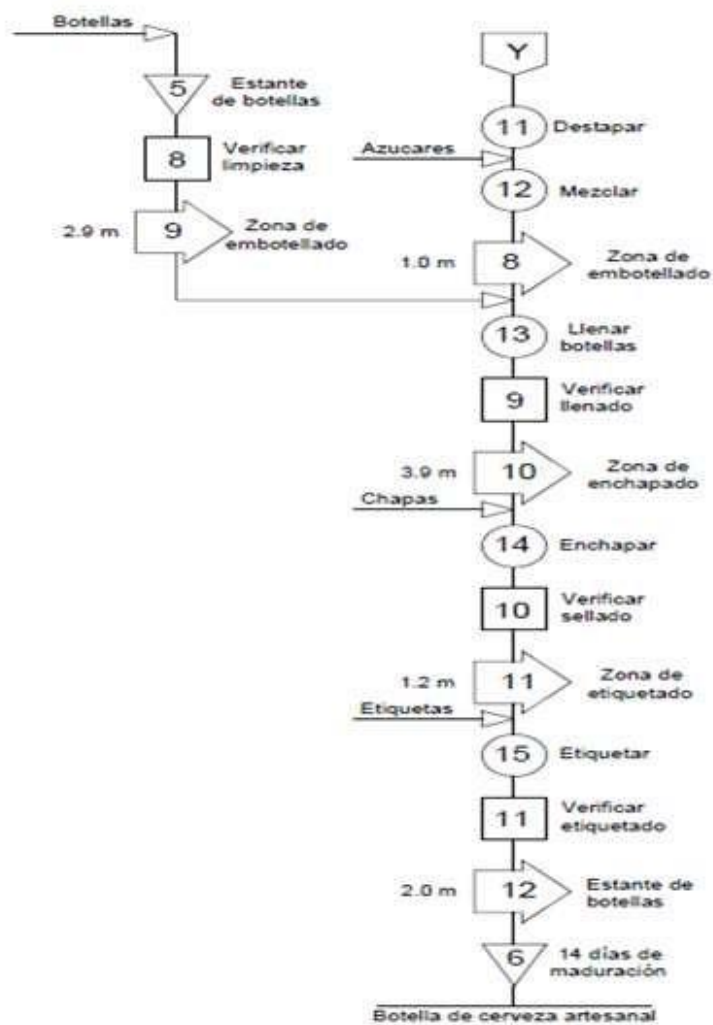


Ilustración 22: D.A.P. PROPUESTO

Fuente: Elaboración propia

6. CONCLUSIONES

- Se concluye que la nueva propuesta optimizará las distancias recorridas por el personal debido a que la distribución propuesta tiene 22.8 m de recorridos de materiales respecto a los 34.7 m del diseño original. Por lo cual se obtuvo una economía de 11. 9 m y un índice de utilización 67,02 %.
- El uso del espacio físico del área de producción se puede aprovechar mejor, ya que según el método de análisis de espacios se puede localizar las máquinas y equipos en 21. 78 m² en vez de 32.5 m² de área que posee la planta de producción.
- Teniendo en cuenta lo mencionado con anterioridad se puede decir que se cumplió el objetivo a través del método propuesto.
- El método de Guerchet en este caso sirve para saber si el área empleada por la distribución es la adecuada o se puede mejorar.
- El método SLP en este caso, sirve para determinar si las áreas colindantes actuales son las correctas o se puede mejorar el proceso cambiando de posición dichas áreas.
- Los pasos empleados en este trabajo de investigación, se pueden emplear en cualquier planta de cerveza artesanal.

7. RECOMENDACIONES:

- Cuando se realice la distribución de planta, tener en cuenta el crecimiento de la demanda a futuro, pues es posible que se necesite ampliar la capacidad de planta e instalar nuevos equipos y ello necesitará de mayor espacio.
- Al realizar la encuesta se recomienda encuestar a la mayor cantidad de personas posibles para obtener un resultado más confiable.
- Se recomienda antes de aplicar los métodos Guerchet y SLP entender bien el proceso de la planta a evaluar, ya que esto ayudará a interpretar los resultados de los métodos.
- Antes de aplicar el método Guerchet se recomienda asegurarse que las medidas empleadas sean las correctas, ya que una información errónea podría indicar que se requiere un área incorrecta, causando posibles inconvenientes futuros.
- Al aplicar el método SLP se recomienda observar los resultados del método Guerchet para saber si se evaluará sólo hasta el diagrama relacional de actividades para confirmar lo hallado en Guerchet o si aún no se tiene claro, llegar hasta evaluar el diagrama relacional de espacios y construir una disposición ideal.
- Al diseñar la planta por primera vez se recomienda no sólo enfocarse en la capacidad productiva, sino también otros factores como el recorrido de materiales o de operarios, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adenso-Díaz, B., Glover, F., Ghaziri, H., Gonzáles, J., Laguna, M., Moscato, P., & Tseng, F. (1996). *Optimización Heurística y Redes Neuronales en Dirección de Operaciones e Ingeniería*. Madrid: Paraninfo.
- Aroni Mocada, J., Bellina Morán, J., Ecurra Farro, C., & Pérez Asalde, S. (2015). *DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE ALGARROBA*. Universidad de Piura, Piura.
- Blum, C., & Roli, A. (2003). Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison. *ACM Computing Surveys*, 35, 268-308.
- Caballero, C. (s.f.). *TIPOS DE CERVEZA ARTESANAL*. Obtenido de Cerveza Artesana: <https://cervezaartesana.info/curiosidades/tipos-cerveza-artesanal/>
- Cerveza en Perú*. (Junio de 2018). Obtenido de EUROMONITOR INTERNATIONAL: <https://www.euromonitor.com/beer-in-peru/report>
- Chiang, W.-C., Kouvelis, P., & Urban, T. (2002). Incorporating workflow interference in facility layout design: the quartic assignment problem. *Management Science*, 584-590.
- Cobo, A., & Serrano, A. (2005). *Un algoritmo híbrido basado en colonias de hormigas para la resolución de problemas de distribución en planta orientados a procesos*. Univerisdad de Cantabria.
- Collazos Bolívar, J. S., & Gutierrez Gonzalez, J. A. (2014). *PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE PRODUCCIÓN PARA UNA*. (Tesis de pregrado). Universidad ICESI, Santiago de Cali.
- Collazos Valencia, C. J. (2013). Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- De La Borda, L. (23 de Abril de 2013). *¿Cerveza ale o cerveza lager?* Obtenido de VIX:

<https://www.vix.com/es/imj/gourmet/3332/cerveza-ale-o-cerveza-lager>

Díaz Garay, B., Jarufe Zedán, B., & Noriega Aranibar, M. T. (2007). Disposición de planta.

Lima: Fondo Editorial.

Diego-Mas, J. A. (2006). Optimización de la distribución en planta de instalaciones

industriales mediante algoritmos genéticos : aportación al control de la geometría de las actividades. (*Tesis doctoral*). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

García Criollo, R. (1998). Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo.

México D.F.: GM Impresiones.

Koopmans, T., & Beckmann, M. (1957). Assignment problems and the location of economic activities. *Econometrica*, 53-76.

López Plumed, M. D. (2013). PLAN DE EMPRESA DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA

ARTESANAL. (*Tesis de Pregrado*). Universitat Politècnica de València, Valencia.

Mejía Avila, H., & Galofre Vásquez, M. (2008). Aplicación de software de simulación como herramienta en el rediseño de plantas de producción en empresas del sector de alimentos. *Prospectiva*, 39-45.

Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2005). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. Pearson Prentice Hall.

Muther, R. (1970). Distribución en planta. Barcelona: Editorial Hispano Europea.

Ospina, J. (2016). Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en Ate Lima, Perú. (*Tesis de pregrado*). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima.

Pantoja, C., Orejuela, J. P., & Bravo, J. J. (2017). Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación celular. *Estudios Gerenciales*, 132-140.

Paredes Rodríguez, A. M., Peláez Mejía, K., Chud Pantoja, V. L., Payan Quevedo, J. L., & Alarcón Grisales, D. R. (2016). Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP. *Scientia et Technica*, 318-327.

Redacción El Comercio. (29 de Septiembre de 2017). *¿Cómo va el mercado de bebidas alcohólicas?* Obtenido de El Comercio:

<https://elcomercio.pe/suplementos/comercial/vinos-licores-destilados/como-va-mercado-destilados-premium-1003053>

Redacción Gestión. (23 de Agosto de 2015). *Las diez mejores cervezas artesanales hechas en el Perú*. Obtenido de Gestión: <https://gestion.pe/tendencias/diez-mejores-cervezas-artesanales-hechas-peru-97989?foto=1>

Redacción Gestión. (5 de Octubre de 2016). *Cerveceros artesanales del Perú venderán más de un millón de litros en 2016*. Obtenido de Gestión: <https://gestion.pe/economia/empresas/cerveceros-artesanales-peru-venderan-millon-litros-2016-117048>

Redacción Gestión. (7 de Agosto de 2017). *Peruanos gastan S/ 100 soles más en consumo de cerveza que hace 5 años*. Obtenido de Gestión: <https://gestion.pe/economia/peruanos-gastan-s-100-soles-consumo-cerveza-5-anos-141006>

Redacción Perú Info. (s.f.). *La cerveza artesanal en el Perú*. Obtenido de Peru Info: <https://peru.info/es-pe/comercio-exterior/noticias/7/29/la-cerveza-artesanal-en-el-peru>

Redacción RPP. (23 de Octubre de 2017). *Perú es el quinto país de la región en consumo de cerveza*. Obtenido de RPP: <https://rpp.pe/economia/economia/peru-es-el-quinto-pais-de-la-region-en-consumo-de-cerveza-noticia-1084263>

Santamarina Siurana, M. C. (1995). Métodos de optimización en la generación de distribuciones de plantas industriales mediante la aplicación de algoritmos genéticos y técnicas basadas en árboles de corte. (*Tesis doctoral*). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Shuttleworth, M. (26 de Septiembre de 2008). *Diseño de Investigación Descriptiva*.

Recuperado el 18 de Junio de 2019, de Explorable: <https://explorable.com/es/disenio-de-investigacion-descriptiva>

- Torres Acuña, M. E. (2014). Reingeniería de los procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su productividad. (*Tesis de pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Treneman, A. (03 de Agosto de 2018). *Día Mundial de la Cerveza: Así se prepara la cerveza artesanal en el Perú [VIDEOS]*. Obtenido de Perú21:
<https://peru21.pe/vida/gastronomia/cerveza-artesanal-395047?foto=8>
- Zanakis, S., & Evans, J. (1981). *Heuristic Optimization: Why, When, and How to Use it* (Vol. II). Interfaces.

ANEXOS

ANEXO 1: GLOSARIO

- **Cerveza Artesanal:** Bebida alcohólica elaborada a base de cereales usualmente cebada de sabor amargo, a diferencia de la cerveza industrial esta se realiza sin aditivos, ni conservante haciendo que las propiedades de esta se conserven. motivo por el cual es de mayor calidad a la industrial.
- **Distribución:** Ordenamiento y ubicación de diversos elementos sobre una determinada área.
- **Heurística:** Solución aproximada que contiene determinadas tolerancias para resolver un inconveniente definido mediante una aproximación instintiva, en la que la parte principal del problema se usa de manera ingeniosa para obtener una solución pertinente. (Adenso-Díaz, y otros, 1996)
- **Celdas de manufactura:** Unidades de producción agrupadas por máquinas y trabajadores donde las operaciones realizadas están orientadas en tener como salida un determinado producto o conjunto de estos. (Diego Mas, 2006)
- **Fermentación:** Proceso bioquímico que sintetiza moléculas orgánicas en moléculas más simples.
- **Escala de LIKERT:** Herramienta que consiste en medir a los encuestados el grado de conformidad ante preguntas propuestas sobre algún tema.
- **Superficie estática:** Es el área definida por las dimensiones físicas de los equipos, máquinas y muebles, se toma en cuenta medidas como largo, ancho y alto.
- **Superficie gravitatoria:** Abarca la superficie ocupada por los trabajadores, materiales y herramientas necesarias, incluyendo el área ocupada por la máquina.

- **Superficie evolutiva:** Se toma en cuenta los espacios de los pasillos o pasadizos, las distancias entre las áreas de trabajo y desplazamientos de los materiales.
- **Diagrama de relación de actividades:** Herramienta utilizada para medir, mediante una codificación predefinida, el grado de interacción de las actividades o áreas que se llevan a cabo en un proceso productivo.
- **Diagrama de recorrido:** Herramienta que describe un proceso, se realiza sobre un plano o layout donde se realizan las actividades y muestra los recorridos y distancias.
- **Cerveza Ale:** Tipo de cerveza clasificada según el tipo de fermentación, se caracteriza por realizarse en elevadas temperaturas y hacerse a partir de una fermentación alta, es decir la levadura se encuentra en la superficie.
- **Cerveza Lager:** Cerveza desarrollada en temperaturas y fermentación bajas, es un método de elaboración más nuevo a comparación de las Ale.