

# Evaluación y rediseño de plantas en la empresa de lácteos

Alanba



*Evaluation and redesign of plants in the lácteos Company Alanba*

Marllury Deysi Aldáz Parra.<sup>1</sup>, Byron Fernando Castillo Parra.<sup>2</sup>, Fredy Patricio Erazo Rodriguez.<sup>3</sup>  
& Cristian Germán Santiana Espín.<sup>4</sup>

Recibido: 25-05-2020 / Aceptado: 26-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

## Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1335>

In the present investigation, the production process of the Alanba dairy company was evaluated by schematizing and describing the production line of fresh cheese and mozzarella; The evaluation of the infrastructure was with the use of a checklist, prepared under the regulations (RESOLUTION ARCSA 067); areas, equipment and materials existing in the company were identified and defined. For the redistribution of the production area, the logistic performance indicator was used, which allows obtaining the percentage of use of company space (UEA), in determining the sequence and locations of workstations, the Systematic Layout Planning (SLP) method, then with the use of the Guerchet method the total area required for the equipment and materials needed in the production area was determined. The results of the evaluation established that the infrastructure presents a 52% compliance, according to the requirements established by the current national regulations, however, the National Agency for Regulation, Control and Sanitary Surveillance requires a minimum compliance of 80%, for this reason Correction measures were recommended in order to comply with the requirements of the regulations. By applying the UEA methodology and establishing the redesign, an increase was obtained from 37% to 96% in

<sup>1</sup> Empresa de Lácteos Alanba, Riobamba, Ecuador, marlluryaldaz17@hotmail.com

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador, byron.castillo@esPOCH.edu.ec,  0000-0003-0661-8648

<sup>3</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador, fredy.erazo@esPOCH.edu.ec

<sup>4</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador, cristian.santiana@esPOCH.edu.ec,  0000-0002-2143-6562

the indicator of space utilization, the reference budget of the proposed redesign was calculated, being this of \$ 7,496.73 US dollars. It is feasible to carry out the proposed redesign, since the benefit-cost ratio is greater than unity ( $B / C = 1.49$ ).

**Keywords:** pecuar technology, agricultural sciences, lacteos company.

### **Resumen.**

En la presente investigación se evaluó el proceso productivo de la empresa de lácteos Alanba a través de esquematizar y describir la línea de producción de queso fresco y mozzarella; también se realizó la evaluación de la infraestructura e instalaciones con la utilización de una lista de chequeo, elaborada bajo la normativa (RESOLUCIÓN ARCSA 067); se identificaron y definieron áreas, equipos y materiales existentes en la empresa. Para la redistribución del área de producción se empleó el indicador de desempeño logístico, el cual permite obtener el porcentaje de utilización de espacio de la empresa (UEA), en la determinación de la secuencia y las ubicaciones de las estaciones de trabajo, se utilizó el método Systematic Layout Planning (SLP), luego con el uso del método Guerchet se determinó el área total requerida para los equipos y materiales necesarios en el área de producción. Los resultados de la evaluación establecieron que la infraestructura presenta un cumplimiento del 52%, según los requerimientos establecidos por la normativa nacional vigente, sin embargo, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria exige un cumplimiento mínimo del 80%, por esta razón se recomendó medidas de corrección con el propósito de cumplir con las exigencias de la normativa. Al aplicar la metodología UEA y establecer el rediseño, se obtuvo un incremento del 37% al 96% en el indicador de utilización de espacio, se calculó el presupuesto referencial del rediseño propuesto, siendo este de \$ 7,496.73 dólares americanos. Es factible la ejecución del rediseño planteado, ya que la relación beneficio-costeo es mayor que la unidad ( $B/C = 1,49$ ).

**Palabras claves:** tecnologías pecuarias, ciencias agropecuarias, empresa de lácteos.

### **Introducción.**

Durante algunos años se han estudiado los problemas generados por un inadecuado diseño en la distribución de plantas industriales, dedicadas al procesamiento de lácteos; para dar solución, parte de los esfuerzos se han concentrado en determinar una adecuada disposición espacial de los ambientes e instalaciones de la planta, para lo cual se recomienda, garantizar una adecuada conexión entre ambientes e instalaciones, lo cual permitirá organizar eficientemente las actividades, mejorar la seguridad en el trabajo y elevar los niveles de producción, esto según (Caputo, 2015). Para (Tarazona, 2016) según sus estudios, el problema de una inadecuada distribución de las plantas está relacionado directamente con la disposición de las máquinas, departamentos, estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento, la distribución de pasillos y los espacios comunes.

Rahman, Salim y Syeda (2014) consideran que la adecuada distribución de una planta de producción repercute en la producción y hay que buscar la distribución espacial adecuada económicamente, en cambio Prasad, Rajyalakshmi y Reddy (2014) establecen que se debe reducir al mínimo los costos que producen el flujo de materiales en el proceso; para Han, Cho y Yoon (2013) no solo es importante los costos por distribución espacial y flujo de los materiales, adicional hay que tener en cuenta la seguridad que el diseño debe brindar a los trabajadores.

En la literatura existen varios métodos y formas para la solución de los problemas de distribución en planta, estos métodos son cualitativos, cuantitativos e híbridos. En este trabajo se utilizará el método cualitativo Systematic Layout Planning conocido como SLP con el objetivo principal de acortar la trayectoria de materiales y la manipulación adecuada de estos, y el método cuantitativo Guerchet que busca optimizar la distribución espacial, la aplicación de estas metodologías han dado buenos resultados como las reportadas por: Rodríguez (2016) en su trabajo de Rediseño de una planta productora de Lácteos; los resultados reportados por Sánchez (2018) en su trabajo para la distribución de planta para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa pinturas y diluyentes Evan's, Carabayllo, indica que una vez aplicada la distribución mediante las metodologías citadas, se logró la reducción de las distancias de recorrido, la disminución del tiempo de producción, el ordenamiento de los puestos de trabajos así como el aprovechamiento del espacio disponible; o los resultados de Cuba (2019) en su estudio del diseño de un sistema que permita optimizar la distribución de una fábrica de producción de cerveza artesanal.

Según (FAO, 2019) La leche es uno de los productos alimenticios con mayor índice de consumo en el mundo, la leche es una de las fuentes de energía alimentaria más importantes, esta contiene proteínas de alta calidad y grasas, contribuye directamente a la ingesta de nutrientes. La FAO recomienda aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de la cadena láctea, lo cual garantizará la inocuidad en el consumo de leche y de la fabricación y el consumo de sus derivados.

(Torres, 2018) en su estudio indica que el sector Lácteo es uno de los de mayor importancia en la economía del Ecuador, este sector genera miles de plazas de trabajo de forma directa e indirecta, a lo largo de la cadena agroalimentaria, empezando en el ganadero hasta los comerciantes de productos lácteos.

Según reportaje del Telégrafo en el Ecuador la producción de leche genera ventas de 1600 millones anuales. Las provincias de la sierra ecuatoriana son responsables de la mayor parte de la producción, comercio e industria de la leche en el país. En la provincia de Chimborazo, la leche representa el 8% de la producción nacional diaria, conformada por distintos niveles de elaboración que van desde las grandes industrias hasta pequeños minifundios ganaderos. La quesería rural de los alrededores de la provincia comercializa queso fresco y tierno a Pichincha, Los Ríos y Guayas. (Centro de la Industria Láctea, 2015).

(Zambrano, 2017) en su estudio de caracterización manifiesta que Riobamba además de convertirse en el cantón con mayor concentración poblacional de la provincia de Chimborazo también es el mayor productor de leche en la provincia, manteniendo así una correspondencia entre el número de productores y el rebaño de vacuno disponible en la zona. De las once parroquias rurales existentes, tres de estas (Licto, Pungalá y Quimiag), presentan una mayor producción láctea en la zona. Un dato importante que también se describe en el estudio es acerca de la localización de las industrias lácteas, el 12,5% están asentadas en el núcleo urbano y la diferencia (87,5%) en las zonas rurales. Prácticamente la misma distribución corresponde a la personería jurídica de las industrias, siendo en el primer caso sociedades, mientras que las segundas están concentradas, 17% cooperativas y 83% personas naturales. En lo referente a la elaboración de productos y derivados de la leche según el territorio, las industrias lácteas localizadas en zonas rurales dedican su mayor potencial para la producción de queso fresco, en cambio las industrias lácteas de la zona urbana, además de la producción de queso fresco, elaboran productos como: leche envasada, variedad de queso, yogurt, y otros.

Sobre lo expuesto y en contexto con la realidad del país y en especial de la provincia de Chimborazo, donde la mayoría de las empresas lácteas se desarrollaron de forma empírica y artesanal, lo cual ha dado lugar a muchos problemas generados por una inadecuada distribución de las plantas, surgió la motivación de llevar a cabo el proyecto del rediseño para la empresa de lácteos Alanba, la cual según su propietario y trabajadores requiere un rediseño, el cual permita mejorar el bienestar de los trabajadores, el aprovechamiento del espacio físico, disminuir los tiempos en las actividades, aumentar la eficiencia, producción y cumplir con los requerimientos de la normativa nacional vigente.

La empresa de lácteos Alanba está ubicada en la provincia de Chimborazo, parroquia Quimiag, comunidad Bayo Grande, esta se dedica actualmente a la producción de queso fresco y mozzarella. El desarrollo del trabajo consta del levantamiento previo de información como: los procesos de producción del queso fresco y mozzarella, el levantamiento planimétrico de la planta, de las áreas existentes para los procesos, ubicación de equipo y el estado de la infraestructura. La siguiente etapa consistirá en la evaluación de los procesos y la determinación del porcentaje de utilización del espacio en las condiciones actuales, seguido se evaluará la infraestructura y se determinará el porcentaje de cumplimiento de la planta en base a la normativa nacional vigente ARCSA 067. En la tercera etapa se realizará un rediseño de la planta de lácteos Alanba bajo el uso de las metodologías: Planificación Sistemática de Diseño SLP y la aplicación del método Guerchet; finalmente se determinará el presupuesto referencial del rediseño y el estudio económico de la propuesta. De implementarse el rediseño se espera el incremento de la seguridad en el trabajo, el bienestar de los trabajadores, disminuir los tiempos en las actividades, mejorar el uso del espacio físico, disminuir tiempos en las actividades de producción, mejorar los métodos y técnicas de producción, lo cual impactará positivamente en la economía de la empresa.

Los objetivos planteados para la investigación son:

- Evaluar la infraestructura y los procesos que se desarrollan en la planta de lácteos mediante fichas.
- Identificar los parámetros que no cumplan con la normativa vigente en el país.
- Rediseñar la planta de lácteos Alanba mediante la utilización de programas CAD para obtener un modelo tridimensional de la planta que garantice un adecuado desarrollo de procesos e infraestructura bajo normativa.

### **Metodología.**

La investigación se desarrolló en Ecuador, provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia Quimiag, comunidad de Bayo Grande, la planta se encuentra a una altitud de 2754 msnm. La investigación duró 120 días (4 meses), tiempo en el cual se realizó una evaluación y se planteó un rediseño de la planta de lácteos “Alanba”

Para la evaluación y rediseño se desarrolló un estudio un estudio exploratorio y descriptivo, el mismo consistió en elaborar un diagnóstico tanto de los procesos de fabricación del queso fresco y mozzarella, así como la evaluación de la infraestructura, sobre lo evaluado proponer un rediseño de la empresa, elaborar planos del rediseño y determinar el presupuesto referencial del rediseño planteado, así como el análisis costo-beneficio de la propuesta

**Evaluación de los procesos:** Para la evaluación de los procesos se realizó preliminarmente el levantamiento planimétrico del sitio mediante el método de radiación con el uso de una cinta. En la planimetría se identificó: los detalles de la infraestructura, las zonas de producción, administración y la ubicación de los equipos.

En las mediciones experimentales se cronometró los tiempos de operación y se lo representó mediante un diagrama de flujo de proceso. Las mediciones experimentales necesarias en la aplicación de los métodos que se utilizaron en la investigación son las siguientes:

- Zonas del área de producción: se obtuvo las dimensiones y el registro de los departamentos, los equipos y materiales existentes en cada estación de trabajo.
- Criterios de cercanía: se determinó el flujo de personal, materiales, personal, facilidad de supervisión, el flujo continuo entre operaciones y el número de productos que intervienen en el proceso de elaboración del queso fresco y mozzarella.

- Cantidad o volumen: se obtuvieron medidas del volumen de leche que ingresa a la planta durante 1 mes, luego se calculó la media de producción y se determinó la producción de queso en kg.
- El recorrido o proceso: se registró la información de los procesos, posterior se elaboró un diagrama en el que se describen las actividades correspondientes a la elaboración de los quesos, la trayectoria de materia prima y la elaboración del producto terminado.
- El tiempo de proceso: se cronometró los tiempos de operaciones, con estos datos se elaboraron diagramas de procesos.

**Evaluación de la infraestructura:** Se aplicó la metodología Guerchet con la cual se obtuvo el indicador de utilización de espacio, mediante el cual se establece el porcentaje de utilización del espacio ocupado por equipos y materiales que tiene la planta, esta operación se desarrolló antes y después del rediseño. A continuación, mediante una lista de chequeo elaborada en base a la normativa nacional vigente para plantas industriales y de procesamiento de alimentos ARCSA 067, se evaluó la infraestructura, se obtuvo el porcentaje de cumplimiento.

**El rediseño:** en base a la evaluación realizada y sobre la aplicación de la metodología cualitativa SLP, la cual contribuye en: acortar la trayectoria logística, ampliar el área de trabajo, manipular los materiales sin problemas, y mejorar la eficiencia de la producción y utilizando el método Guerchet, mediante el cual se calculó el espacio físico necesario en la planta, y en la búsqueda de optimizar la distribución obtenida por la metodología SLP, se estableció el rediseño de la planta de lácteos Alanba, para lo cual se elaboraron los planos del rediseño y se procedió con el cálculo del presupuesto utilizando un análisis de precios unitarios, finalmente se realizó una evaluación del proyecto con un análisis costo-beneficio.

## Resultados.

Del levantamiento planimétrico realizado se estableció que la empresa de lácteos Alanba tiene 17,40 m de frente y 7 m de fondo, con una superficie de 121,8 m<sup>2</sup>. Existe una edificación de hormigón armado de dos plantas; la primera planta está diseñada está adecuada para el funcionamiento de la empresa de lácteos Alanba, en donde se encuentran las áreas administrativas, de producción; también dispone de áreas adyacentes las cuales se detallan en la Tabla 1.

**Tabla1:** Áreas y superficies de la empresa de lácteos Alanba

Área	Superficie ( m <sup>2</sup> )	Descripción
Producción	50,7	Se encuentran los diferentes equipos y maquinaria propios de los procesos productivos de la empresa.
Administrativa	9,49	En esta área se encuentra 1 escritorios y dos sillas.

Parqueadero	40,6	Espacio designado para el estacionamiento de los automóviles y camiones que llegan con la materia prima.
Servicios higiénicos	1,76	Área provista de lavamanos e inodoro.

**Fuente:** Elaboración propia.

El área de producción cuenta con 10 estaciones, los detalles de las estaciones se presentan en la Tabla 2, la producción cuenta con un área total de 50,7 m<sup>2</sup>, en las estaciones se encuentra instalados equipos y maquinaria esenciales para los procesos de elaboración, ocupando estos un área total de 18,56 m<sup>2</sup>.

**Tabla 2:** Estaciones del área de producción de la empresa de lácteos Alanba

Estaciones	Largo (m)	Ancho (m)	Espacio ocupado (m)
Recepción de materia prima	1,54	1,19	1,14
Filtrado, pasteurizado	1,3	1,3	1,69
Moldeado	3,16	1,96	4,47
Amasado	0,97	0,97	0,47
Prensado	0,65	0,65	0,42
Estantería	1,47	0,77	0,57
Cocción	1,07	0,75	0,46
Envasado de yogurt	0,6	0,6	0,36
Salado	4,3	1	4,30
Almacenamiento de producto terminado	1,2	3,9	4,68
<b>TOTAL</b>			<b>18,56</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 3:** Descripción de los equipos y materiales del proceso productivo

Equipos y materiales	Área (m <sup>2</sup> )	Descripción
Recipiente para recepción de la leche	0,12	Este recipiente es de acero inoxidable provisto de una tapa.
Mesa	4,31	Mesa de acero inoxidable utilizada para elaborar los quesos.
Marmita	1,69	De acero inoxidable con capacidad de 500 L.
Cocina industrial	0,38	Cocina de acero con tres hornillas que funcionan a gas.
Tanque	1,02	De acero inoxidable con capacidad de 300 L.
Prensa	0,42	Utilizada para compactar la masa de quesos con la finalidad de eliminar el suero restante del queso fresco.
Yogurtera	0,36	De acero inoxidable con capacidad de 130 L
Percha	0,40	Para almacenamiento de aditivos, insumos y materiales para el procesamiento de queso.
Contenedor de plástico color azul	0,80	De plástico para colocar los moldes.

Contenedor de plástico color café	0,21	Es de plástico utilizado para colocar el suero.
Tina de plástico	0,26	Utilizada para amasado del queso mozzarella.
Cuarto frío	4,68	Utilizado para refrigeración y almacenamiento del producto terminado.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Diagrama de flujo de proceso del queso fresco.

Se elaboró el diagrama de flujo de procesos del queso fresco, para lo cual se realizaron visitas diarias, durante el lapso de 30 días a partir del 10 de abril del 2019; Para el diagrama de flujo de procesos se tomaron datos, como: cantidad de operaciones y de controles, tiempos y distancias correspondientes a dichas actividades, toda la información se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Resumen del diagrama de flujo de proceso del queso fresco

Actividad	Símbolos	Resumen		
		N°	Actual. Tiempo (minutos)	Distancia (m)
Operación		5	70	
Transporte		7	208	28,08
Inspección		3	37	
Almacenamiento		1	1440	
Demoras		2	27	
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>1782</b>	<b>28,08</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

El proceso de producción de queso fresco emplea un total de 18 actividades; estas actividades las realizan durante 1782 minutos, se estimó una distancia de recorrido de 28,08 m.

Se realizó una búsqueda de cuál sería el tiempo medio adecuado para la producción de queso, al no encontrar el dato comparativo se entrevistó al personal de la empresa de lácteos San Salvador que es una empresa referente en la producción de derivados de leche en la zona de estudio, y se estableció que el tiempo que tarda en procesar 300 l, de leche para la elaboración de queso fresco es de 240 minutos promedio, por lo tanto, tomando en cuenta el número de trabajadores y el equipamiento entre las dos empresas y descontando el tiempo de almacenamiento del producto (24 h) se estableció que lácteos Alanba tiene un pérdida de 35 minutos por parada, es por eso que se

plantea una nueva distribución de las estaciones de trabajo con la finalidad de llegar al tiempo recomendado.

### Diagrama de flujo de proceso del queso mozzarella.

Para elaborar el diagrama de flujo de procesos del queso mozzarella se realizaron visitas diarias durante un mes partiendo del 10 de abril del 2019; donde se tuvo el acompañamiento de los operarios de la misma. Para el diagrama de flujo de procesos se tomaron datos, como la cantidad de operaciones y de controles, los tiempos y distancias correspondientes a dichas actividades. En la tabla 5 se encuentran el resumen del diagrama de flujo de procesos del queso mozzarella.

**Tabla 5:** Resumen del diagrama de flujo de proceso del queso mozzarella

Actividad	Símbolos	Resumen		
		N°	Tiempo (minutos)	Distancia (m)
Operación		5	68	
Transporte		5	195	12,78
Inspección		2	28	
Almacenamiento		1	1440	
Demoras		3	195	
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>1926</b>	<b>12,78</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Se determinó que en el proceso de producción de queso mozzarella se emplea un total de 16 actividades; utilizando 1926 minutos (32 horas) aproximadamente en la ejecución de las mismas, el tiempo esta contabilizado desde la recepción de materia prima hasta el almacenado del producto terminado (24 horas de almacenamiento), en este proceso se determinó una distancia de recorrido de 12,78 m como se muestra en la Tabla 5.

No existe datos comparativos de estudios que se asemejen a las condiciones de la presente investigación por lo cual, mediante entrevistas al personal de la empresa de lácteos San Salvador, se determinó que el tiempo que tarda en procesar 300 l, de leche para la elaboración de queso mozzarella es de 300 minutos promedio, por lo tanto, bajo el mismo criterio de cálculo que en el queso fresco se estableció que lácteos Alanba registra 40 minutos de pérdida, es por eso que se

plantea una nueva distribución de las estaciones de trabajo con la finalidad de llegar al tiempo requerido.

### **Evaluación de la infraestructura.**

#### **Indicador de utilización de espacio.**

Para la determinación del porcentaje de utilización de espacio se utilizó la información existente de las estaciones en el área de producción que se observan en la Tabla 6, con la suma total de estas estaciones y conociendo que el área total de producción que es de 50,70 m<sup>2</sup> se calcula el indicador como (Paredes et al., pp. 320).

$$UEA = EOA / EAT$$

$$UEA = 18,56 \text{ m}^2 / 50,70 \text{ m}^2$$

$$UEA = 0,37 * 100$$

$$UEA = 37 \%$$

Dónde:

UEA = relación de utilización del espacio de almacén

EOA = espacio ocupado de planta por componentes (m<sup>2</sup>)

EAT = espacio de planta total (m<sup>2</sup>)

Tras el cálculo se establece que el porcentaje de utilización de espacio del área de producción es del 37 %, esta área está ocupada por los materiales y equipos que forman parte del proceso productivo. Según Torres (2006, p.410), las empresas deben procurar utilizar el espacio al 100%, sin embargo, el rango mínimo de porcentaje de utilización de espacio en empresas con poca referencia es del 70%.

Los resultados muestran que es necesario el rediseño de la planta de producción, y adicionalmente el establecer un área para el análisis físico químico de la leche cruda, esto mejorará el flujo de materiales y personal dentro de la empresa.

### **Evaluación de las instalaciones frente a la legislación vigente.**

La evaluación de la infraestructura de la empresa de lácteos Alanba en base a la legislación nacional vigente y con el uso de una lista de chequeo, se obtuvo un 52 % de cumplimiento de los requisitos establecidos en la normativa para la infraestructura de plantas procesadoras de alimentos; con el porcentaje alcanzado, la empresa en las condiciones actuales no aprobaría una auditoría por parte de la Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA

067), ya que, esta entidad exige un cumplimiento del 80% como mínimo, para que una empresa pueda seguir en operaciones de producción y comercialización.

**Tabla 6:** Evaluación de la infraestructura de la empresa de lácteos Alanba

Alternativa	Puntos evaluados	% de cumplimiento
Cumple	31	52 %
No cumple	29	48 %
<b>Total</b>	60	100 %

**Fuente:** Elaboración propia.

### Redistribución de la planta.

Para el rediseño se establecieron dos estaciones nuevas, un laboratorio para análisis físicos y químicos, así como un cuarto de materiales e insumos, estaciones necesarias para mejorar la realización de las pruebas a la leche antes de procesarla, y el cuarto de insumos para la colocación de canastillas, tinas, contenedores y moldes, que se encuentran depositadas aleatoriamente en el espacio.

Por ende, con la construcción del cuarto se busca asignar un lugar para cada uno de estos elementos y de esta forma, tener un orden que facilite la circulación de material y trabajadores

La aplicación de la metodología cualitativa SLP definió una matriz de relaciones, tomando en cuenta las ponderaciones establecidas en la Tabla 7 y los criterios de cercanía para la distribución establecidos en la Tabla 8.

Para la distribución y localización de cada área, se asignó un peso según se indica en la Tabla7, con estos pesos se calculó el indicador de cercanía TCR (Calificación de Cercanía Total), este representa la suma de las relaciones de cada una de las áreas, el cual establece el área de mayor importancia para la distribución, y a partir del área principal se asignan los demás departamentos.

En base a la metodología SLP se elaboraron las ponderaciones como indica Gonzales (2017) en su estudio, se elaboró la Tabla 7 de ponderación, en la cual se establece el valor correspondiente a cada prioridad y el peso desde 0 hasta 100, con esto se estableció un criterio de cuán importante es que las estaciones estén cercanas y ordenadas las unas con las otras.

**Tabla 7:** Ponderaciones de la metodología SLP

Valor	Prioridad	Peso	Tipo de relación Gráficamente
A	Absolutamente necesario	100	
E	Especialmente importante	80	
I	Importante	50	
O	Cercanía Normal	30	
U	No es importante	10	
X	No conveniente	0	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 8:** Criterios de cercanía establecidos para la distribución

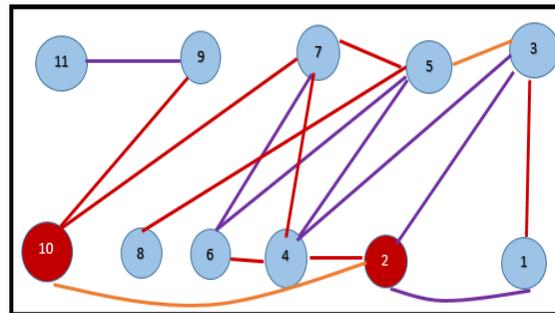
Código	Motivo	Descripción
1	Flujo de materiales	Recorrido que realiza los materiales dentro del sistema productivo.
2	Flujo del personal	Lograr una distribución que garantice la facilidad de manejo y la seguridad de los operarios que laboren dentro del área productiva.
3	Facilidad de supervisión	Posibilidad de supervisión que existe entre las diferentes zonas del área de producción.
4	Continuidad entre operaciones	Recorrido que realiza la materia prima y producto dentro del sistema productivo.
5	Número de productos que comparten el proceso	Lograr una distribución que minimice el tiempo de operación.

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez establecida las relaciones entre las distintas áreas, se procedió a elaborar el diagrama relacional de recorridos y actividades (Figura 1), en esta figura se puede establecer que es absolutamnte necesario la cercanía entre las estaciones 1-2, 2-3, 5-4, 5-6, 6-7, 3-4 y 9-11.

También se determinó que las estaciones 1-3, 2-3, 4-7, 4-6, 5-8, 5-7, 7-10 y 9-10, son especialmente importante la cercanía entre ellas y finalmente se estableció que las estaciones 5-3 y 10-2, es de importancia su cercanía.

**Figura 1:** Diagrama relacional de recorridos y actividades.



**Fuente:** Elaboración propia.

De la figura 1, las líneas moradas simbolizan una importancia absolutamente necesaria entre algunas áreas; las líneas rojas indican un gran nivel de importancia entre las estaciones y por últimos las líneas naranjas representan relaciones importantes entre las áreas.

#### **Aplicación del método Guerchet.**

El espacio necesario para cada una de las estaciones de trabajo, se determinó aplicando el método cuantitativo de Guerchet. Para lo cual se contabilizó e identificó el número total de maquinarias, muebles y equipos, conocidos también como elementos fijos o estáticos; con sus respectivas dimensiones y posteriormente se procedió con el cálculo de la superficie total, esta es el resultado de la suma de las tres superficies parciales.

Para los cálculos, es necesario asignar un valor para el coeficiente  $k$ , en el presente caso se asignó  $k = 0,15$ , en base a lo que indica Cuatrecasas (2009), en su estudio, en el cual recomienda que el valor de  $k$  para una planta procesadora de alimentos fluctúa entre (0,05-0,15), también manifiesta que a mayor valor de  $k$  el diseño guarda mayor seguridad de los operarios, por tal razón, se consideró el valor máximo. El valor de  $N$  se estableció tomando en cuenta el número de lados de la máquina del cual puede ser operada por los trabajadores.

La aplicación del método Guerchet, estableció que la superficie necesaria para la redistribución del área de producción es de  $37,01 \text{ m}^2$ ; adicional fue necesario considerar pasillos delimitados, los cuales tendrán un área de  $11,8 \text{ m}^2$ , por lo tanto el área total del rediseño para el área de producción será de  $48,81 \text{ m}^2$ .

Después de realizar el rediseño de la empresa de lácteos Alanba se calculó el indicador de utilización de espacio, como se muestra a continuación.

$$\begin{aligned} \text{UEA} &= \text{EOA} / \text{EAT} \\ \text{UEA} &= 48,81 \text{ m}^2 / 50,70 \text{ m}^2 \\ \text{UEA} &= 0,96 * 100 \end{aligned}$$

**UEA = 96 %**

Comparando el indicador de utilización de espacio en las condiciones actuales del 37% con el del rediseño 96%, este último es muy superior; en la Tabla 9 se puede ver las estaciones con sus respectivas áreas.

**Tabla 9:** Áreas de las zonas definidas de la empresa

Estaciones de trabajo	Dimensiones		Área (m2)
	Largo (m)	Ancho (m)	
1	Recepción	0,34	0,4
2	Laboratorio	1,5	2,59
3	Filtrado, pasteurizado	1,3	3,89
4	Moldeado	2,5	8,63
5	Amasado	1	1,73
6	Prensado	0,65	0,97
7	Salado	4	9,2
8	Cocción	0,8	0,88
9	Envasado de yogurt	0,6	0,83
10	Cuarto de insumo	1,9	2,38
11	Almacenada de producto terminado	1,2	5,52
	Pasillos		11,8
	<b>TOTAL</b>		<b>48,81</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Con este rediseño y redistribución de las áreas se logró superar el indicador de espacio mínimo que es del 70 % que exigen a las empresas productoras, esto se ha logrado mediante la aplicación del método Guerchet, el cual nos permitió determinar el área necesaria para cada una de las estaciones de trabajo.

#### **Modificación de los procesos productivos.**

#### **Diagrama de flujo de procesos del queso fresco luego del rediseño.**

En base al rediseño propuesto para la empresa, específicamente del área de producción se realizó un nuevo análisis para determinar los tiempos y movimientos en el proceso de producción del queso fresco, estos datos se presentan en un nuevo diagrama de flujo de proceso (Tabla 10).

Se concluye que existirá una optimización de tiempo y espacio de 35 minutos y 3,20 m respectivamente; lo cual permitirá realizar las mismas actividades en un menor tiempo y distancia, esto genera menor costo de mano de obra y mayor productividad para la empresa. Cabe recalcar

que este tiempo y distancia es por cada parada de queso que salga si se pudiera aumentar la producción tendrían mayor rentabilidad.

**Tabla 10:** Resumen del diagrama de flujo de proceso del queso fresco luego de aplicar el rediseño.

Actividad	Símbolos	Resumen		
		N°	Propuesto. Tiempo (minutos)	Distancia (m)
Operación		5	63	
Transporte		5	165	10,91
Inspección		2	28	
Almacenamiento		1	1440	
Demoras		3	255	
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>1951</b>	<b>10,91</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### Diagrama de flujo de procesos del queso mozzarella luego del rediseño.

En base al rediseño principalmente del área de producción, se realizó un nuevo análisis en cuanto a tiempos y movimientos del proceso de producción para el queso mozzarella, los datos se presentan en el diagrama de flujo de proceso en la Tabla 11, en esta se observa la optimización de tiempo y espacio de 40 minutos y 1,87 m respectivamente; lo cual permitirá realizar las mismas actividades en menor tiempo y distancia, lo cual generará un ahorro en el costo de mano de obra y mejorará la productividad de la empresa.

**Tabla 11:** Resumen del diagrama de flujo de proceso del queso mozzarella luego de aplicar el rediseño

Actividad	Símbolo	Resumen		
		N°	Propuesta Tiempo (minutos)	Distancia (m)
Operación		5	65	
Transporte		7	183	24,88
Inspección		3	32	
Almacena miento		1	1440	
Demoras		2	27	
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>1747</b>	<b>24,88</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Estimación de costos para la implementación del rediseño**

En la estimación de costos del rediseño, se consideró las actividades necesarias para cumplir con las no conformidades establecidas en la evaluación de la infraestructura según la Normativa (ARCSA 067), así como también el costo de la adquisición de equipos y materiales para las dos nuevas estaciones, establecidas en el área de producción, el presupuesto referencial para el rediseño de la empresa de lácteos Alanba fue estimado en \$ 7 496,73.

Al realizar el análisis costo–beneficio con los nuevos antecedentes de producción se llega a definir que es viable que la empresa de lácteos Alanba invierta en el rediseño, debido a que la relación costo-beneficio es ( $B/C= 1,49$ ).

### **Conclusiones.**

- En la evaluación de la infraestructura, mediante la lista de chequeo en base a la normativa legal vigente (ARSCA 067), se determinó que el porcentaje de cumplimiento es del 52%, dado que; la Agencia Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA 067) exige un cumplimiento del 80% como mínimo, fue necesario el rediseño de la planta de lácteo Alanba.
- Al evaluar los procesos productivos, mediante el diagrama de flujo de procesos, para las condiciones actuales de la empresa, se encontró pérdidas de tiempo y recorrido innecesario de distancias; con el rediseño, en la elaboración de queso fresco, se obtendría una disminución de 35 minutos por parada, dando una reducción de 4 horas semanales; en la producción del queso mozzarella se ahorraría 40 minutos por cada parada, dando un total de 5 horas semanales, este ahorro en el tiempo del procesamiento influiría positivamente en la economía de la empresa.
- Mediante el análisis del diagrama de recorrido se visualizó deficiencia en la operatividad de los procesos de producción del queso fresco y mozzarella, por ese motivo se efectuó la redistribución del área de producción, implementada la distribución es posible incrementar el porcentaje de utilización de espacio del 37 % al 96 %, esto mejoraría la seguridad en el trabajo y en los índices de producción.
- El costo referencial para llevar a cabo el rediseño de la empresa de lácteos Alanba es de \$ 7 496,73, costo que tendrá que asumir la empresa en el momento de la implementación del proyecto.

- Al realizar el análisis costo – beneficio se determinó que el proyecto es factible económicamente ya que la relación costo-beneficio es mayor que la unidad ( $B/C= 1,49$ ), de esta manera se establece que el valor invertido se recuperará en un tiempo máximo de un año.

### Referencias bibliográficas.

Caputo, A. C., Pelagagge, P. M., Palumbo, M., & Salini, P. (2015). Safety-based process plant layout using genetic algorithm. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 34, 139–150.

Centro de la Industria Lactea (2019) .La Leche del Ecuador. Ecuador, Quito, Recuperado de: <https://masleche.ec/2019/08/13/la-sierra-ecuatoriana-cuna-de-la-leche/>

Cuatrecasas, L., (2009). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible. Barcelona, España: pp. 51-52.

Cuba Inocente, A. E., & Morales Salinas, L. A. (2019). Diseñar un sistema que permita optimizar la distribución de planta de una fábrica de producción de cerveza artesanal.

El Telégrafo., (2014). La producción lechera en Ecuador genera \$ 1.600 millones en ventas anuales. Quito. Ecuador. Recuperado de: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/la-produccion-lechera-en-ecuador-genera-1-600-millones-en-ventas-anuales-infografia>

FAO., (2019). Calidad y evaluación de la leche. Francia. Recuperado de: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/calidad-y-evaluacion/es/>

Gonzales, L., (2017), Distribución de planta. Quito. Ecuador. Recuperado de: <https://alfonsogori.wordpress.com/2017/04/24/4-4distribucion-de-planta/>

Han, K., Cho, S., & Yoon, E. S. (2013). Optimal Layout of a Chemical Process Plant to Minimize the Risk to Humans. *Procedia Computer Science*, 22, 1146–1155. Recuperado de: <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.201>

Martinez, J., (2002). La distribución en planta. *Gestiopolis*, Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/la-distribucion-en-planta/>

Ministerio de Salud Pública del Ecuador., (2016). Norma Técnica Sanitaria Para Alimentos Procesados, Plantas Procesadoras de Alimentos, Establecimientos de Distribución, Comercialización, Transporte de Alimentos y Establecimientos de Alimentación Colectiva, *RESOLUCIÓN ARCSA 067*. Quito, Ecuador.

- Paredes, A., (2016). Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP. *Scientia et technica*, 21(4), 318-327.
- Sanchez Peña, D. K. (2018). Distribución de planta para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa pinturas y diluyentes Evan's, Carabayllo, 2017.
- Tarazona, G., et al., (2016). Modelos de Optimización de la Distribución en Planta. *Scientia et Technica*, volumen (4), p.318.
- Torres, M., (2006). Logística y costos. Díaz de Santos, Madrid. España, 2006, p. 410.
- Torres, E., (2018). Estudio de la producción de la industria Láctea del canton Cayambe. *Universidad Andina Simon Bolivar*, Quito. Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6052/1/T2544-MAE-Torre>.
- Prasad, N. H., Rajyalakshmi, G., & Reddy, a. S. (2014). A Typical Manufacturing Plant Layout Design Using CRAFT Algorithm. *Procedia Engineering*, 97, 1808–1814. Recuperado de: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.334>
- Rahman, S. M. T., Salim, M. T., & Syeda, S. R. (2014). Facility Layout Optimization of an Ammonia Plant Based on Risk and Economic Analysis. *Procedia Engineering*, 90, 760–765. Recuperado de: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.810>
- Rodríguez, A. M. P., Mejía, K. A. P., Pantoja, V. L. C., Quevedo, J. L. P., & Grisales, D. R. A. (2016). Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP. *Scientia et technica*, 21(4), 318-327.
- Zambrano, D., López, E., Castillo, E., & Villacis, D. (2017). El sector lácteo de Ecuador: Principales características de la cadena productiva en zonas rurales del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. *Agroindustrial Science*, 7(1), 19-32.

**PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.**

Aldáz Parra, M. D., Castillo Parra, B. F., Erazo Rodriguez, F. P., & Santiana Espín, C. G. (2020). Evaluación y rediseño de plantas en la empresa de lácteos Alanba. *ConcienciaDigital*, 3(3), 416-434. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1335>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

