

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN  
Y CALIDAD PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE  
LA EMPRESA MOLINO EL COMANCHE S.R.L”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Alma Nara Alexandra Paredes Peña

Asesor:

Dr. Miguel Ángel Rodríguez Alza

Trujillo - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

Esta tesis ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible concluirla sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que me acompañaron en el recorrido laborioso de este trabajo y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación. Está dedicada a mis dos pequeños Keily y Kylian, las razones de mi fortaleza para seguir sin detenerme. A mi madre, por el ser el pilar más importante en mi vida, demostrarme su amor y su apoyo incondicional. A mi tío Jorge, por estar siempre presente en cada paso importante de mi vida, apoyándome con sus consejos, siendo mi ejemplo a seguir. Finalmente, a toda mi familia, por sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme fortaleza y capacidad para seguir en esta nueva etapa. A mi madre por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida. A mi tío Jorge, por ser mi ejemplo a seguir. A mis maestros por brindarme sus conocimientos para llevar a cabo este importante trabajo.

## Tabla de contenidos

|   |           |
|---|-----------|
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>                                   | <b>10</b> |
| <b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>                                   | <b>32</b> |
| 2.2. Materiales, instrumentos y métodos.....                            | 32        |
| 2.2.1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos ..... | 32        |
| 2.2.2. Instrumentos y métodos para procesar los datos.....              | 35        |
| 2.4. Aspectos éticos.....   | 36        |
| <b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>                                   | <b>38</b> |
| 3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa .....              | 38        |
| 3.2. Desarrollo de la propuesta de mejora .....                         | 56        |
| a. Causa Raíz 1. Planeamiento deficiente de materia prima .....         | 56        |
| b. Causa Raíz 2. Fletes mal asignados .....                             | 58        |
| c. Causa Raíz 3. Falta de control de procesos.....                      | 61        |
| d. Causa Raíz 4. Deficiente control de empaque.....                     | 62        |
| e. Causa Raíz 5. Balance inapropiado de línea .....                     | 63        |
| 3.3. Resultados de la aplicación de mejora.....                         | 64        |
| a. Causa Raíz 1. Planeamiento deficiente de materia prima .....         | 64        |
| b. Causa Raíz 2. Fletes mal asignados .....                             | 64        |
| c. Causa Raíz 3. Falta de control de procesos.....                      | 65        |
| d. Causa Raíz 4. Deficiente control de empaque.....                     | 67        |
| e. Causa Raíz 5. Balance inapropiado de línea .....                     | 68        |
| 3.4. Resultados del análisis financiero.....                            | 69        |
| <b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>                      | <b>71</b> |
| <b>REFERENCIAS.....</b>   | <b>76</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>80</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Ventas de arroz pilado 2016- 2018 (TM).....                      | 14 |
| Tabla 2. Producción de arroz pilado en Molino Comanche 2018 .....         | 14 |
| Tabla 3. Impacto negativo en la utilidad por secado deficiente .....      | 16 |
| Tabla 4. Trailers con sobrepeso en el año 2018 .....                      | 17 |
| Tabla 5. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos ..... | 32 |
| Tabla 6. <i>Instrumentos y métodos de procesamiento de datos</i> .....    | 35 |
| Tabla 7. Operacionalización de variables .....                            | 37 |
| Tabla 8. Principales competidores .....                                   | 41 |
| Tabla 9. Maquinaria y equipos .....                                       | 42 |
| Tabla 10. Personal requerido por máquina.....                             | 49 |
| Tabla 11. Causas raíces .....   | 53 |
| Tabla 12. Priorización de causas raíces .....                             | 53 |
| Tabla 13. Pronóstico de producción 2018.....                              | 56 |
| Tabla 14. Balance de línea .....  | 63 |
| Tabla 15. Impacto en la utilidad en el año 2018 mejorado.....             | 67 |
| Tabla 16. Pérdida actual por sobrepeso .....                              | 68 |
| Tabla 17. Estado de resultados actual vs mejorado .....                   | 70 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Ranking de países productores de arroz del año 2016 .....                 | 11 |
| Figura 2. Ranking de Regiones Productoras de arroz del año 2015 .....               | 12 |
| Figura 3. Ventas de arroz pilado Comanche 2016-2018 .....                           | 14 |
| Figura 4. Margen bruto perdido 2018.....  | 14 |
| Figura 5. Procedimiento de trabajo en una empresa de Molino de arroz- Trujilo ..... | 36 |
| Figura 6. Organigrama.....  | 39 |
| Figura 7. Principales consumidores 2018 .....                                       | 40 |
| Figura 8. Proveedores.....  | 40 |
| Figura 9. Mapa de procesos.....   | 41 |
| Figura 10. Balance de masa.....   | 43 |
| Figura 11. DAP para 625 sacos de arroz.....   | 50 |
| Figura 12. Balance de línea actual .....  | 51 |
| Figura 13. Ishikawa.....  | 52 |
| Figura 14. Priorización de causas raíces .....                                      | 54 |
| Figura 15. Gráfico de Pareto .....  | 54 |
| Figura 16. Matriz de indicadores .....  | 55 |
| Figura 17. Cálculo del índice estacional .....                                      | 56 |
| Figura 18. Ecuación de la línea de tendencia .....                                  | 57 |
| Figura 19. Cálculo del margen bruto perdido después de la mejora .....              | 57 |
| Figura 20. Costo de fletes a destinos varios .....                                  | 58 |
| Figura 21. Asignación de viajes actual .....  | 59 |
| Figura 22. Costo de asignación actual .....   | 59 |
| Figura 23. Asignación óptima con Solver .....                                       | 60 |
| Figura 24. Costo de la asignación óptima de fletes .....                            | 60 |
| Figura 25. Secador Rotativo Continuo SRCZ-1 .....                                   | 61 |
| Figura 26. Dimensiones de la Secador Rotativo Continuo - SRCZ-1 .....               | 61 |
| Figura 27. Software de control y monitoreo de la calidad.....                       | 62 |
| Figura 28. PC para el trabajo pesado.....   | 63 |
| Figura 29. Capacidad de cada máquina .....  | 63 |
| Figura 30. Pérdida de margen bruto 2018 actual vs mejorado.....                     | 64 |
| Figura 31. Costo de fletes 2018 vs 2018 mejorado .....                              | 64 |
| Figura 32. Socios APEMA de Lambayeque.....  | 65 |
| Figura 33. Molinos que utilizan marca ZACCARIAS.....                                | 66 |
| Figura 34. Flujo de caja del proyecto de mejora .....                               | 69 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Ecuación 1. Margen sobre ventas ..... | 31 |
|---------------------------------------|----|

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general el desarrollo de una Propuesta de mejora en áreas de Calidad y Producción mediante el uso de Herramientas de ingeniería industrial para incrementar la rentabilidad de la Empresa Molino El Comanche S.R.L, ya sean por los reprocesos, planeamiento deficiente, mala asignación de fletes, productos rechazados, la falta de control de calidad en los procesos como en el empaque y un inadecuado balance de línea. Planteado el problema, objetivos, hipótesis y variables, se hizo uso de la investigación aplicada, en el cual se aplicaron herramientas de gestión táctica de operaciones, investigación operativa, control estadístico y balance de línea a cada una de las causas raíces que presentaba la empresa mediante el diagrama Ishikawa y además, utilizando el diagrama de Pareto en el cual se pudieron ponderar los principales problemas encontrados, enfocándose en las que tienen mayor impacto en la rentabilidad de la empresa con un total de 5. Las propuestas de mejora se basaron en la implementación de Herramientas de ingeniería industrial lo que permitió eliminar o disminuir actividades que no generaban valor alguno para la empresa ocasionando una gran insatisfacción en el cliente. Implementando dichas mejoras, se incrementaron las ventas de S/9,367,695.00 a S/10,681,977.58 y disminuyeron los costos operativos de S/8,771,250.00 a S/10,001,851.66 con una mejora del 3.92% sobre la rentabilidad sobre las ventas de la empresa, por lo que se demuestra una gran mejora. Finalmente, se realizará un análisis económico - financiero para comprobar que el estudio realizado es viable para la empresa, obteniendo como resultado un VAN de S/16,543, un TIR de 50.95% y un B/C de 1.53, por lo cual se concluye que esta propuesta es factible y rentable para la empresa Molino El Comanche S.R.L.



## ABSTRACT

This work has as a general objective the development of a proposal of improvement in areas of Quality and Production through the use of Tools of industrial engineering to increase the profitability of the Company Molino El Comanche S.R.L, due to the reprocesses, deficient planning, bad assignment of freights, rejected products, the lack of quality control in the processes as in the packing and an inadequate balance of line. After stablishing the problem, objectives, hypotheses and variables, applied research was used, in which tactical operations management tools were applied, operational research, statistical control and line balance were applied to each of the original causes presented by the company through of the Ishikawa diagram and also using the Pareto diagram in which the main problems found could be weighted, focusing on those with the greatest impact on the company's profitability with a total of 5. The improvement proposals were based on the implementation of industrial engineering tools, which allowed to eliminate or reduce activities that did not generate any value for the company, causing great dissatisfaction in the customer. By implementing these improvements, sales were increased from S/9,367,695.00 to S/10,681,977.58 and operating costs were reduced from S/8,771,250.00 to S/10,001,851.66 with a 3.92% improvement on the company's profitability on sales, thus showing a great improvement. Finally, an economic-financial analysis will be carried out to verify that the analysis carried out is sustainable for the company, obtaining as a result a NPV of S/. 16,543, an IRR of 50.95% and a B/C of 1.53, which concludes that this proposal is feasible and profitable for the company Molino El Comanche S.R.L.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

#### 1.1.1. Problema de investigación

La actividad industrial arrocera, por su protagonismo en el desarrollo del sector, merece un análisis especial. Bajo su influencia se han creado condiciones que permiten al sector arrocero tener acceso a los mercados de arroz más exigentes. Para ello, la industria adoptó una visión integral de todo el quehacer del sector, llegando hasta correr el riesgo de la producción agrícola junto con el cultivador. (Cuevas, F. 1992).

En el año 2016, la producción anual ha mejorado en 15% a 750 millones de arroz cáscara (499Mt base arroz blanco) contra 740 Mt anteriormente. Este aumento se debe principalmente al incremento de las áreas sembradas, las cuales beneficiaron de condiciones climáticas normales con lluvias abundantes, especialmente en Asia del sur. En cambio, en el sudeste asiático y en las regiones orientales, los resultados fueron mediocres, principalmente en Indonesia, Vietnam y China. En África, las cosechas fueron satisfactorias en casi todo el continente, salvo en las regiones australes donde las culturas enfrentaron dificultades a causa de la sequía provocada por El Niño. Esta anomalía climática también afectó la producción en América Latina y en el Caribe. En el Mercosur, las cosechas están terminadas y serían buenas, especialmente en Brasil donde la producción habría mejorado de 13%. En Norteamérica también, la producción se recuperó significativamente gracias a un incremento de las áreas arroceras y mejores rendimientos. En 2016, el comercio mundial declinó de 7% a 41,5Mt. Se trata del volumen más bajo de los últimos cinco años debido a la reducción de la demanda asiática y al débil crecimiento de la demanda africana. Por el lado

de la oferta, todos los exportadores fueron afectados por la reducción del comercio mundial, salvo en Tailandia y en Pakistán donde las ventas se mantuvieron relativamente estables. Según las últimas proyecciones, el comercio mundial en 2017 debería incrementarse de 4,5% sobrepasando 43Mt. Sin embargo, este nivel sería inferior al record de 45,5Mt en 2014. Las existencias mundiales de arroz terminando en 2016 habrían bajado de 2% a 171,3Mt. La contracción afectó principalmente India y Tailandia donde las autoridades públicas prosiguen sus políticas de liquidación de las antiguas existencias. En 2017, las reservas mundiales podrían mantenerse estables, pero manteniéndose a un nivel confortable, equivalente a un tercio del consumo mundial. (InfoArroz, 2017)

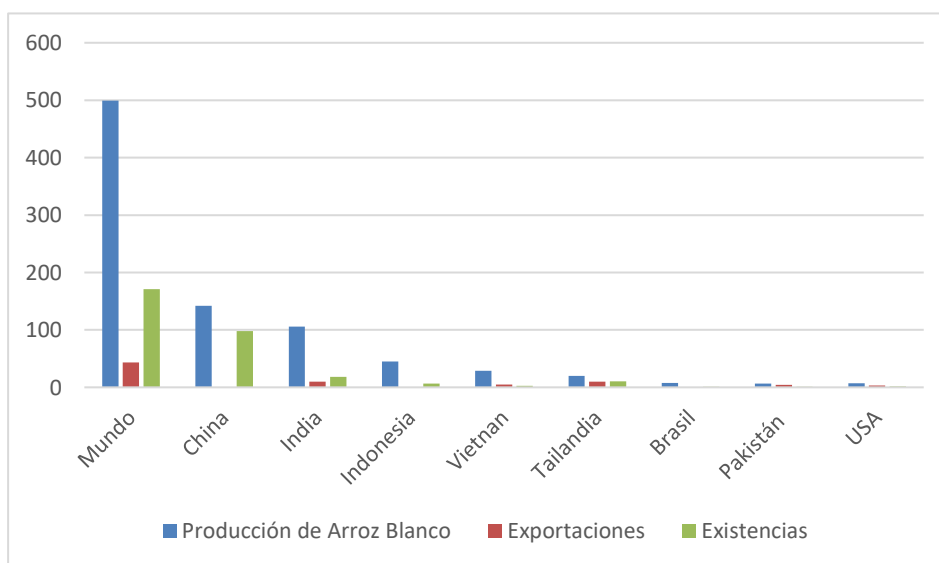
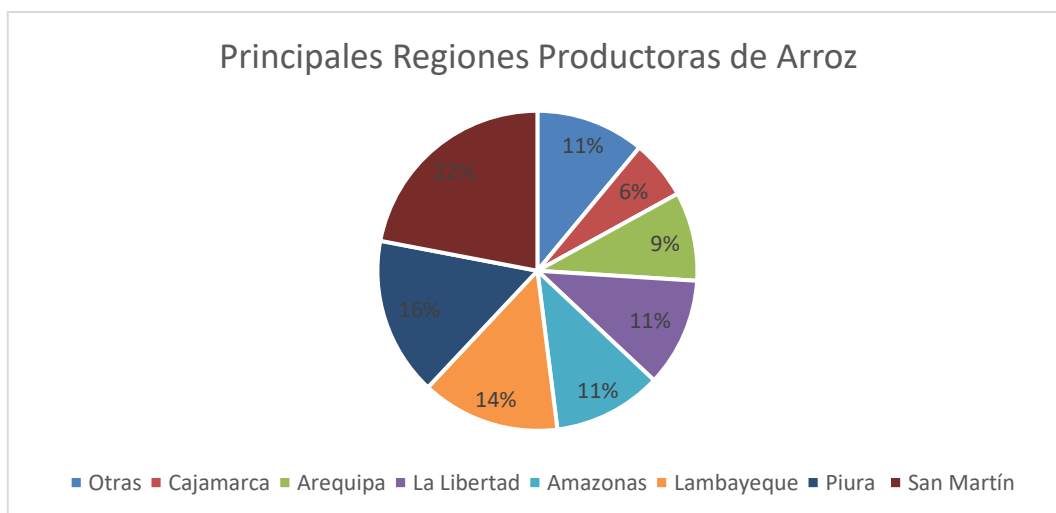


Figura 1. Ranking de países productores de arroz del año 2016

Fuente: FAO, Mayo 2017

En el Perú, durante el año 2015, la superficie cosechada de arroz cáscara ascendió a 396 774 ha, la más alta dentro del grupo de cultivos transitorios, lo que permitió una producción de 3,13 millones de t. El valor de producción de este cereal en el 2015, a precios del 2007, alcanzó la suma de S/ 2 555,400, que representó el 8,1% del VBP agropecuario y 13,4% del VBP agrícola;

siendo el cultivo más importante de la agricultura nacional. Teniendo como principal región productora en el año 2015 a San Martín con 21,6% de la producción nacional, le siguieron Piura (16,1%), Lambayeque (14,1%), Amazonas (11,2%) y La Libertad (11,0%). Luego se encuentran Arequipa (8,4%) y Cajamarca (6,4%). Por otra parte, la mayor productividad se logró en la región Arequipa, donde se obtuvo un promedio de 13 toneladas por ha. Luego se encuentran Ancash (11,8t/ ha), La Libertad (10,6t/ha), Piura (8,7t/ha) y Tumbes (8,3t/ha). En todos estos casos, los rendimientos se ubicaron por encima del promedio nacional que ascendió a 7,9t/ha. (MINAGRI, 2016).



*Figura 2.* Ranking de Regiones Productoras de arroz del año 2015

Fuente: MINAGRI-DGESEP

Según Agencias Agrarias de la Gerencia Regional de Agricultura de La Libertad (GRALL), el área de cultivo afectada por las lluvias intensas, desbordes de ríos e inundaciones, ya bordea las 3000. Estas áreas de sembrío pertenecen a las provincias Ascope, Trujillo, Chepén, Pacasmayo, Virú y Otuzco. Según la GRALL, la provincia que presenta mayor daño es Ascope, con una extensión de 1,283 hectáreas donde crecía maíz amarillo duro,

espárrago, caña de azúcar y arroz. (UNDiario,2017).

El Molino EL COMANCHE S.R.L es una empresa dedicada al pilado del arroz en cáscara con R.U.C 20482126112, ubicada en la Carretera Panamericana Norte C.P.M. San Martin de Porres distrito de San José, Provincia Pacasmayo, Departamento La Libertad.

La idea de negocio surgió del Sr. César Lezama Armas, ya que el también sembraba arroz, decidió darle un valor agregado a su arroz sin necesidad de ir a otros molinos. Junto a sus hijos iniciaron la empresa, debido a que ellos poseían conocimiento en esta industria. Finalmente, un diecisiete del mes de febrero del año dos mil nueve formaron su propia empresa de pilado de arroz. Actualmente, brinda tres servicios: Pilado de Arroz Paddy, Servicio de Reproceso y Almacén de arroz en cáscara. Asimismo, cuenta con 5 áreas de trabajo, incluido el almacén respecto a la producción de arroz en cáscara, pilado y de insumos.

Según el portal del Ministerio de Agricultura (2010) la producción de arroz cáscara en la costa está determinada por la campaña de siembras, cuyas cosechas se concentran entre abril y julio. Esta estacionalidad en las cosechas es debido a que la costa produce 1.5 veces más que la selva, lo que genera estacionalidad en el abastecimiento a nivel nacional, siendo los meses de mayo a julio los de mayor oferta. Asimismo, dicha estacionalidad se transmite a las ventas, que también exhiben un comportamiento similar y con tendencia ascendente, como se puede observar en las siguientes tablas.

Tabla 1. Ventas de arroz pilado 2016- 2018 (TM)

|                   | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Venta 2016</b> | 829 | 843 | 855 | 962 | 970 | 985 | 987 | 969 | 972 | 814 | 816 | 799 |
| <b>Venta 2017</b> | 860 | 852 | 862 | 975 | 982 | 995 | 998 | 978 | 973 | 831 | 820 | 811 |
| <b>Venta 2018</b> | 895 | 865 | 875 | 998 | 996 | 998 | 995 | 992 | 995 | 860 | 885 | 880 |

Fuente. Datos de la empresa Molino El Comanche S.R.L.

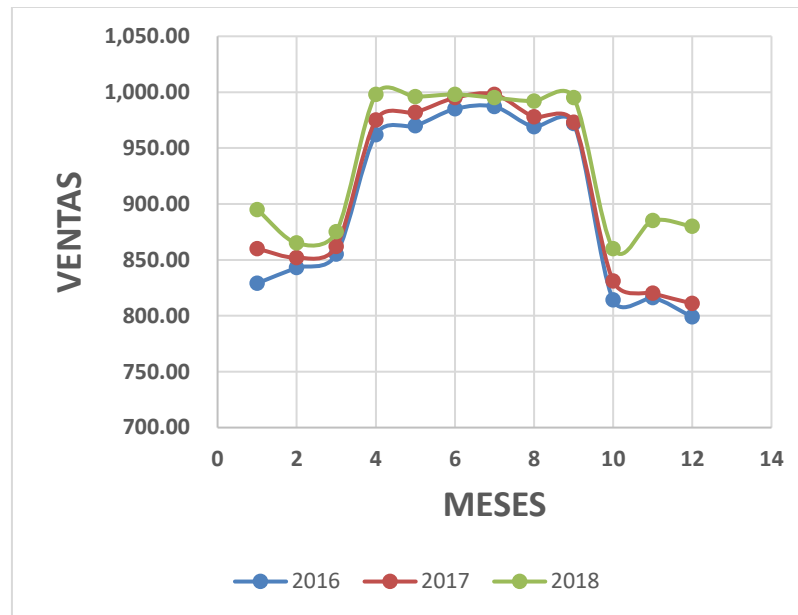


Figura 3. Ventas de arroz pilado Comanche 2016-2018

Fuente. Tabla de ventas de arroz pilado

En cuanto a la producción en el año 2018, esta fue la siguiente:

Tabla 2. Producción de arroz pilado en Molino Comanche 2018

|                        | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Total  |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| <b>Producción 2018</b> | 825 | 886 | 890 | 895 | 901 | 912 | 927 | 919 | 955 | 875 | 840 | 823 | 10,648 |

Fuente. Datos de la empresa Molino El Comanche S.R.L.

|  | Ene             | Feb         | Mar         | Abr             | May             | Jun             | Jul             | Ago             | Set             | Oct         | Nov             | Dic             | Total            |
|--|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Producción 2018  | 825             | 886         | 890         | 895             | 901             | 912             | 927             | 919             | 955             | 875         | 840             | 823             | 10,648           |
| Pedidos 2018   | 895.00          | 865.00      | 875.00      | 998.00          | 996.00          | 998.00          | 995.00          | 992.00          | 995.00          | 860.00      | 885.00          | 880.00          | 11,234.00        |
| Ventas atendidas   | 867             | 865         | 875         | 931             | 901             | 912             | 927             | 919             | 955             | 860         | 855             | 823             | 10,690.00        |
| 42 Inventario final 2018   | -               | 21          | 36          | -               | -               | -               | -               | -               | -               | 15          | -               | -               | 72.00            |
| Ventas perdidas  | 28              | -           | -           | 67              | 95              | 86              | 68              | 73              | 40              | -           | 30              | 57              | 544.00           |
| Precio vent prom/Kg  | S/ 0.78         | S/ 0.78     | S/ 0.79     | S/ 0.81         | S/ 0.82         | S/ 0.82         | S/ 0.85         | S/ 0.88         | S/ 0.90         | S/ 1.15     | S/ 1.22         | S/ 1.32         |                  |
| <b>Márgen bruto (6.8%) de ventas perdidas por saldo negativo</b> | <b>1,485.12</b> | <b>0.00</b> | <b>0.00</b> | <b>3,690.36</b> | <b>5,297.20</b> | <b>4,795.36</b> | <b>3,930.40</b> | <b>4,368.32</b> | <b>2,448.00</b> | <b>0.00</b> | <b>2,488.80</b> | <b>5,116.32</b> | <b>33,619.88</b> |

Figura 4. Margen bruto perdido 2018

Dicha producción no fue planificada al no tomar en consideración los datos históricos, que denotan estacionalidad, ocasionando roturas de inventario en diferentes ocasiones, perdiéndose un 5% de ventas en unidades y una ganancia de S/ 33,619.88, al tomar en cuenta que la empresa aplica un margen bruto promedio de 6.8%, precios mensuales flotantes, en función de la oferta y demanda del cereal.

El grano de arroz se cosecha con 24% de humedad aproximadamente. En las plantas procesadoras como Molino Comanche, los granos pasan a través de una secadora de aire caliente que, según Franquet, J y Borrás, C. (2004), la reduce entre 12% y 14%. El contenido de agua de la masa del arroz cáscara tiende a estar en equilibrio higroscópico con el aire ambiente a un nivel que es función de la humedad y temperatura del mismo. El equilibrio se alcanza lentamente por la inercia de la masa y está sujeto a variaciones, lentas si las temperaturas son bajas y más rápidas en caso contrario.

El arroz almacenado a granel no es homogéneo; pequeñas o grandes cantidades de la masa son más húmedas; la presencia de materias extrañas de mayor higroscopicidad o con un mayor contenido de agua crean las condiciones más favorables para el desarrollo de parásitos o de fermentaciones.

En el caso opuesto, si por cuestiones de apremio, se sube la temperatura de secado por encima de 40°C, el grano pierde humedad en exceso, y esta se distribuye dentro del grano de manera muy heterogénea que cuando se homogeniza, genera tensiones internas que la torna quebradiza, perdiendo calidad, que se percibe a la vista y se comprueba al cocerse para la

alimentación. Su precio se castiga hasta en 5%, comercializándose como granos de segunda calidad.

Pero lo más objetivo es la pérdida de peso entre la cantidad recibida y la envasada. El año 2018 el área de control de la calidad reportó 15 lotes con baja humedad al envasarse. Ver la siguiente tabla:

Tabla 3. *Impacto negativo en la utilidad por secado deficiente*

| Lote             | Fecha      | TM  | Humedad del lote | Humedad Std | Perjuicio | Valor venta | Márgen | Impacto por pérdida de peso | Impacto por menor valor venta |                   |
|------------------|------------|-----|------------------|-------------|-----------|-------------|--------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                  |            |     | %                | %           | %         |             |        |                             |                               | TM                |
| <b>Lote 0009</b> | 02/01/2018 | 182 | 10.1%            | 13%         | 2.9%      | 5.28        | 780    | 6.80%                       | 280                           | 9,171             |
| <b>Lote 0017</b> | 15/01/2018 | 196 | 10.0%            | 13%         | 3.0%      | 5.88        | 780    | 6.80%                       | 312                           | 9,876             |
| <b>Lote 0018</b> | 16/01/2018 | 116 | 9.9%             | 13%         | 3.1%      | 3.60        | 780    | 6.80%                       | 191                           | 5,845             |
| <b>Lote 0027</b> | 17/02/2018 | 193 | 10.3%            | 13%         | 2.7%      | 5.21        | 780    | 6.80%                       | 276                           | 9,725             |
| <b>Lote 0039</b> | 18/03/2018 | 81  | 10.1%            | 13%         | 2.9%      | 2.35        | 790    | 6.80%                       | 126                           | 4,134             |
| <b>Lote 0044</b> | 19/04/2018 | 196 | 10.2%            | 13%         | 2.8%      | 5.49        | 810    | 6.80%                       | 302                           | 10,256            |
| <b>Lote 0111</b> | 20/05/2018 | 168 | 10.0%            | 13%         | 3.0%      | 5.04        | 820    | 6.80%                       | 281                           | 8,899             |
| <b>Lote 0116</b> | 24/05/2018 | 180 | 9.9%             | 13%         | 3.1%      | 5.58        | 820    | 6.80%                       | 311                           | 9,535             |
| <b>Lote 0121</b> | 30/05/2018 | 201 | 10.4%            | 13%         | 2.6%      | 5.23        | 820    | 6.80%                       | 291                           | 10,647            |
| <b>Lote 0131</b> | 05/06/2018 | 162 | 10.2%            | 13%         | 2.8%      | 4.54        | 820    | 6.80%                       | 253                           | 8,581             |
| <b>Lote 0142</b> | 14/06/2018 | 155 | 10.1%            | 13%         | 2.9%      | 4.50        | 820    | 6.80%                       | 251                           | 8,211             |
| <b>Lote 0150</b> | 30/06/2018 | 210 | 10.3%            | 13%         | 2.7%      | 5.67        | 820    | 6.80%                       | 316                           | 11,124            |
| <b>Lote 0161</b> | 07/07/2018 | 95  | 10.2%            | 13%         | 2.8%      | 2.66        | 850    | 6.80%                       | 154                           | 5,216             |
| <b>Lote 0182</b> | 02/08/2018 | 198 | 10.0%            | 13%         | 3.0%      | 5.94        | 880    | 6.80%                       | 355                           | 11,256            |
| <b>Lote 0196</b> | 01/09/2018 | 214 | 10.1%            | 13%         | 2.900%    | 6.21        | 900    | 6.80%                       | 380                           | 12,442            |
|                  |            |     |                  |             |           |             |        |                             | <b>S/ 4,080</b>               | <b>S/ 134,918</b> |

Fuente. Datos de la empresa Molino El Comanche S.R.L.

El pesaje de los sacos de 50 kilos, se realiza en una balanza electrónica, la cual tiene un sistema de llenado rápido y otro de llenado fino que actúa una vez que el primero ha pesado casi la totalidad del peso, ajustando más



lentamente hasta llegar al peso establecido. La falta de supervisión, determina que este mecanismo no se regule convenientemente, ocasionando sobrepeso.

El año 2018, el registro de la balanza de la garita de vigilancia, muestra que ha habido algunos trailers que han tenido un sobrepeso, que se detalla seguidamente:

Tabla 4. *Trailers con sobrepeso en el año 2018*

| Fecha      | Destino   | Peso<br>neto<br>std<br>(Kilos) | Peso<br>neto<br>real<br>(Kilos) | Sobrepeso<br>(Kilos) | Valor<br>venta<br>(Soles) | Márgen<br>(%) | Pérdida<br>(Soles) |
|------------|-----------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------|--------------------|
| 23/01/2018 | Lima      | 30,000                         | 31,041                          | 1,041                | 0.78                      | 6.8%          | 55                 |
| 28/01/2018 | Lima      | 30,000                         | 32,407                          | 2,407                | 0.78                      | 6.8%          | 128                |
| 30/01/2018 | Chimbote  | 30,000                         | 31,627                          | 1,627                | 0.78                      | 6.8%          | 86                 |
| 9/02/2018  | Lima      | 30,000                         | 32,868                          | 2,868                | 0.78                      | 6.8%          | 152                |
| 20/02/2018 | Trujillo  | 30,000                         | 30,632                          | 632                  | 0.78                      | 6.8%          | 34                 |
| 11/03/2018 | Cajamarca | 30,000                         | 31,935                          | 1,935                | 0.79                      | 6.8%          | 104                |
| 21/03/2018 | Lima      | 30,000                         | 32,054                          | 2,054                | 0.79                      | 6.8%          | 110                |
| 29/03/2018 | Chiclayo  | 30,000                         | 30,654                          | 654                  | 0.79                      | 6.8%          | 35                 |
| 4/04/2018  | Tumbes    | 30,000                         | 32,693                          | 2,693                | 0.81                      | 6.8%          | 148                |
| 3/05/2018  | Lima      | 30,000                         | 31,160                          | 1,160                | 0.82                      | 6.8%          | 65                 |
| 8/06/2018  | Lima      | 30,000                         | 31,335                          | 1,335                | 0.82                      | 6.8%          | 74                 |
| 28/06/2018 | Piura     | 30,000                         | 30,865                          | 865                  | 0.82                      | 6.8%          | 48                 |
| 15/07/2018 | Chiclayo  | 30,000                         | 31,225                          | 1,225                | 0.85                      | 6.8%          | 71                 |
| 26/07/2018 | Trujillo  | 30,000                         | 31,930                          | 1,930                | 0.85                      | 6.8%          | 112                |
| 3/08/2018  | Cajamarca | 30,000                         | 30,809                          | 809                  | 0.88                      | 6.8%          | 48                 |
| 22/08/2018 | Lima      | 30,000                         | 30,890                          | 890                  | 0.88                      | 6.8%          | 53                 |
| 29/08/2018 | Chiclayo  | 30,000                         | 30,959                          | 959                  | 0.88                      | 6.8%          | 57                 |
| 11/09/2018 | Tumbes    | 30,000                         | 30,797                          | 797                  | 0.90                      | 6.8%          | 49                 |
| 13/10/2018 | Lima      | 30,000                         | 32,985                          | 2,985                | 1.15                      | 6.8%          | 233                |
| 21/10/2018 | Lima      | 30,000                         | 32,249                          | 2,249                | 1.15                      | 6.8%          | 176                |
| 25/10/2018 | Lima      | 30,000                         | 32,880                          | 2,880                | 1.15                      | 6.8%          | 225                |
| 14/11/2018 | Trujillo  | 30,000                         | 31,566                          | 1,566                | 1.22                      | 6.8%          | 130                |
| 7/12/2018  | Trujillo  | 30,000                         | 32,682                          | 2,682                | 1.32                      | 6.8%          | 241                |
| 7/12/2018  | Chimbote  | 30,000                         | 32,689                          | 2,689                | 1.32                      | 6.8%          | 241                |
| 14/12/2018 | Chimbote  | 30,000                         | 31,211                          | 1,211                | 1.32                      | 6.8%          | 109                |
|            |           |                                |                                 |                      |                           | <b>Total</b>  | <b>S/ 2,785</b>    |

Fuente. Datos de la empresa Molino El Comanche S.R.L.

En la tabla anterior, se puede observar que, por sobrepeso en los sacos de arroz, debido a la mala regulación de la balanza, se perdió S/2,785.

Por otro lado, la línea de producción está balanceada deficientemente. Hay insuficiente capacidad de descascarado, lo que obliga a incurrir en 4,800 horas

anuales de sobretiempo, equivalentes al 6.9% de las horas regulares. El jornal horario tiene un costo de S/4.17. Como el sobretiempo tiene un recargo de 50%, esta deficiencia ocasiona un sobre costo anual de S/30,024.

### **1.1.2. Antecedentes**

#### **a. Internacionales**

**Loubes, M & Tolaba, M. (2015). Universidad de Buenos Aires, Argentina en su tesis titulada “Molienda seca y húmeda de arroz en molino planetario. Cinética de la molienda, efecto de las condiciones de molienda en las propiedades funcionales de la harina y del almidón y diseño de mezclas para pastas sin gluten”, utilizando un método de análisis de imágenes que permite evaluar el porcentaje de grano quebrado sobre la base de la cuantificación de las variaciones del área proyectada del grano quebrado respecto del grano entero, concluye que:**

En relación al método tradicional, el análisis digital de imágenes presenta algunas ventajas significativas: evita la etapa de separación de granos quebrados y enteros, requiere menor tiempo de proceso y proporciona la distribución de tamaño de los granos en la muestra analizada. Se trata de una alternativa fácil de implementar que redundará en beneficio de la industria arrocera.

#### **b. Nacionales**

**Reaño, R. (2015). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, en su tesis titulada “Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C.”, utilizando las herramientas de estudio de tiempos, análisis de cuello de botella, costos y productividad concluye que:**

Luego de haber identificado las actividades que limitan la productividad, fue necesario proponer e implementar un nuevo método, lo que implica adquirir nueva tecnología. Es por ello que propuso implementar una máquina de secado: Secador Rotativo Continuo – SRCZ-1, la cual reduce el cuello de botella para atender una producción más ajustada. Por último, al evaluar la productividad, tanto la actual como la mejorada, se obtiene un incremento de la productividad del 59,95%. Lo cual implica que la productividad incrementó de S/ 17, 53 kg/h a S/. 28,04 kg/h. Esta productividad permitirá cubrir la necesidad del área mercadeo, produciendo 6 500 kg/h, con una eficiencia de 96,15 %.

### c. Locales

**Guerrero, E. (2016). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, en su tesis titulada “Propuesta de mejora de operaciones en el molino de arroz Puro Norte S.A.C para reducir los niveles de desperdicios y demoras en la producción”,** utilizando las herramientas de matriz de riesgo, balance de materiales, estudio de tiempos, filosofía 5’S, mantenimiento de maquinaria, análisis ergonómico de los trabajadores, diseño de puestos de trabajo y programa de capacitación, concluye que:

Con la propuesta de mejora de operaciones en la empresa Molino Puro Norte S.A.C, se reducen los niveles de desperdicios y demoras. Además, se recomienda a las empresas dedicadas a la producción seguir la metodología utilizada en esta investigación, para lograr un incremento en su productividad, al mismo tiempo se recomienda a la empresa Molino Puro Norte S.A.C realizar diagnósticos periódicos de todo su proceso de producción y así tener un mejor control del cumplimiento de todo lo propuesto.

**Mattos, A. y Siccha, B. (2016). Universidad Privada del Norte, Trujillo, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en las áreas de Calidad y Logística mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing para reducir los costos operativos en la empresa Molino Samán S.R.L.”** utilizando las herramientas de Lean Manufacturing y de ingeniería industrial concluye que: Se logró eliminar o disminuir actividades que no generaban valor alguno para la empresa ocasionando una gran insatisfacción en el cliente. Asimismo, implementando dichas mejoras, se logró un ahorro total de costos operativos de S/ 56 601,56 con una mejora del 54,57% sobre los costos de la empresa.

**La Portilla, M. (2015). Universidad Nacional de Trujillo, en su tesis titulada “Planificación del proceso productivo del arroz y su incidencia en la producción, comercialización y rentabilidad en el molino Chapén S.A.C.-2014”** elaborando presupuestos en base a la planificación del proceso productivo concluye que:

La planificación del proceso productivo de arroz incide favorablemente en la producción, comercialización y rentabilidad en el Molino Chapén S.A.C., al estar relacionada con la capacidad de respuesta de los consumidores para obtener el crecimiento y desarrollo para una mejor calidad de vida.

### **1.1.3. Base teórica**

#### **Pronósticos**

Existen muchos métodos diferentes para pronosticar, los cuales van asociados a diferentes usos, por esto se debe seleccionar con cuidado el método de pronóstico nuestro uso particular. Cabe destacar que no existe un método universal para pronosticar en todas las situaciones y escenarios. Los pronósticos muy pocas veces son acertados. Es raro que las ventas reales que se generan

sean exactamente iguales a la cantidad que se pronosticó. Existen algunos métodos para absorber variaciones pequeñas con respecto al pronóstico, algunas de estas son contar con capacidad adicional, los inventarios, o la posibilidad de reprogramación de pedidos, sin embargo, las variaciones grandes pueden causar estragos. (Loreto, D.; 2011)

La demanda según el tipo de mercado es variada, por lo que las empresas se encuentran en una situación de incertidumbre. Por ello, son importantes los pronósticos de ventas (Bru, J., Escoto, R., & Sabater, J., 2004); los cuales son una proyección estructurada del conocimiento pasado (Chapman, S. N., 2006); es decir, pasan a ser una importante fuente de información para prever la demanda de la forma más realista posible (Marín, J., García, J., & Gómez, O., 2013).

Los patrones de demanda están marcados de acuerdo a las diferentes actividades económicas que se realizan y una de ellas es la estacionalidad. Este tipo de demanda implica la existencia de dos períodos diferentes de demanda: período pico (alto nivel de consumo) y período valle (etapa de menor demanda). Las empresas que se enfrentan a este tipo de demandas tienen generalmente restricciones o excesos de capacidad, que generan altos costos fijos que no pueden ser solventados a lo largo de todo un año (Carruitero, P. B., 2011). En ese sentido, es imprescindible la necesidad de utilizar una metodología con base científica y herramientas para generar pronósticos más acertados y acordes a las diferentes actividades económicas con el fin de reducir los errores de pronóstico, ventas perdidas, inventarios y activos inmovilizados (Hernández, M., Chávez, T., & Miguel, C. 2015).

## **Balance de línea**

El balance de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso. (Salazar, 2019: p.1).

Tobón (2013) “La instalación de una línea de ensamblaje es una decisión a largo plazo que usualmente requiere de una gran inversión de capital. Por lo tanto, es importante que tal sistema esté diseñado y balanceado lo más eficientemente posible. Además de balancear el nuevo sistema, mantenerlo funcionando en forma óptima, desde el punto de vista de labor y flujo de producto, requiere balancear periódicamente la línea para incorporar cambios en la demanda o en el proceso de producción”.

“Dice establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones”. Tales condiciones son:

- Cantidad: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).
- Continuidad: “Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y sub

ensambles”. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.”. (Salazar, 2019: p.1).

### **Solver**

Solver es una herramienta de análisis que está en el programa Excel, aplicado sobre todo en el mundo empresarial, permite calcular el valor de una celda que depende de diversos factores o variables donde a la vez existen una serie de restricciones que han de cumplirse.

Más detenidamente lo que la herramienta Solver de Excel realiza son los cálculos para la resolución de problemas de programación lineal, en donde a partir de una función lineal a optimizar (encontrar el máximo o mínimo) y cuyas variables están sujetas a unas restricciones expresadas como inecuaciones lineales, el fin es obtener valores óptimos bien sean máximos o mínimos (Cuesta, Y., 2019)

### **Calidad**

Juran, J (2001), calidad significa la satisfacción del cliente externo e interno. También se conoce como el grado perceptible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo y adecuado a las necesidades del cliente [4], como el camino a la productividad más eficaz, relacionada con el costo y con una menor intensidad de capital; y se implementa dentro de un sistema total conectado a clientes y proveedores.

El mejoramiento continuo de la calidad de los procesos de una empresa conduce al cumplimiento de los objetivos establecidos, por lo que implementar un sistema de gestión de la calidad es una alternativa segura y de excelentes resultados para cualquier entidad. Según Feigenbaum (1990) cada integrante

de la organización tiene que poder controlar su propio proceso y ser completamente responsable de la calidad.

González, J. M. (2012). Etimológicamente, el término calidad procede del latín <<qualitas-atis>>, definido por el Diccionario de la Real Academia Española como <<la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie>>.

Sin embargo, la norma UNE EN ISO 8402 (actualmente sustituida por la norma UNE EN ISO 9000:2005) definía la calidad como el conjunto de características de una entidad (actividad, producto, organización o persona) que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas.

#### Enfoque de la Calidad basado en la producción

Para este enfoque los autores como Crosby y Deming consideran que la calidad es a conformidad con los requerimientos, con las especificaciones de fabricación. Se entiende por especificaciones a las tolerancias u objetivos determinados por los diseñadores del producto. González, J. M. (2012).

Según James, P. (1997), la estrategia de fabricación busca asegurar que se minimicen las desviaciones del modelo estándar ya que éstas reducen la calidad del producto fabricado.

#### Enfoque trascendental de Calidad

Este concepto se remonta a la época de los filósofos Griegos como Platón para el cual la calidad es lo mejor, algo absoluto, la más alta idea de todo. Visto de esta forma, el concepto de calidad puede ser aplicado tanto a productos, procesos, servicios de una forma trascendente; es decir, que está más allá de



los límites establecidos. Este enfoque cataloga a la calidad como algo que no se puede definir, pero que todo el mundo entiende lo que es, autores como el escritor estadounidense Robert Maynard Pirsig, en 1974 (Miranda, Chamorro & Rubio, 2007) afirma que la calidad no es ni espíritu ni materia, sino una tercera entidad independiente de las dos, algo que usted conoce, pero sobre lo que es difícil establecer un juicio objetivo; y Taguchi (1971), quien asocia la calidad con las pérdidas mínimas para la sociedad en la vida del producto, entendiendo como pérdidas todo aquello que no suponga una óptima utilización de los recursos disponibles. Juran también apoya esta teoría (Juran, 2005), cuando dice que la calidad implica no admitir, en la realización de cualquier tarea, todo aquello que no sea lo mejor. Citado por Cubillos, M. & Rozo, D. (2009).

### Ingeniería de la calidad

Montgomery (2001), da un concepto más moderno, quien define a la Calidad como inversa proporcional a la variabilidad (referida a la variabilidad no deseada). La ingeniería de la calidad es un conjunto de actividades operacionales, administrativas y de ingeniería que una compañía lleva a cabo para asegurar que las características de la calidad de un producto se encuentren en los niveles nominales o requeridos. Muchas organizaciones encuentran muy difícil y caro proveer a sus clientes y consumidores con productos que sean idénticos entre cada uno o que siempre cumplan las expectativas del cliente. La principal causa de esto es la variabilidad. Todos los productos poseen cierta cantidad de variaciones; de hecho, no existe en el mercado dos productos completamente iguales.

## Casa de la Calidad

Cintas, P. G., & Llabres, J. T. M. (1995), define QFD son las siglas que corresponden a la expresión inglesa “Quality Function Deployment”, traducida normalmente como “Función de Desarrollo de la Calidad” o “Despliegue de la Función Calidad”. Dado que ambas expresiones son poco informativas, nos referiremos a esta técnica utilizando simplemente el nombre de QFD.

Se trata de un sistema organizado para diseñar y rediseñar productos, con dos objetivos fundamentales: 1) asegurar que el producto va a responder a las necesidades y expectativas de los clientes, y 2) acortar el período de tiempo que va desde la concepción del producto (o de las modificaciones a realizar) hasta su lanzamiento.

Bravo, L. E. C., & Granados, W. A.(2014), La analogía más usada para explicar cómo está estructurado el QFD, es una casa de calidad (House of Quality) . La Figura 3 muestra cómo se estructura este tipo de matriz QFD básica. El costado izquierdo, componente 1, es la entrada del cliente; esta es la etapa en el proceso en la que se determinan los requerimientos del usuario en relación con el producto (qué’s). Para satisfacer estas necesidades, se evalúan ciertas especificaciones de desempeño conformando el techo interior de la casa o componente 2 (cómo’s). Posteriormente se analiza la relación existente entre estos aspectos técnicos, conformándose el techo de la casa (matriz de correlaciones) o componente 3. Así mismo se debe establecer la relación entre cada una de las necesidades referidas por el usuario con las características técnicas determinadas, presentado como componente 4 (Matriz

de relaciones entre como's y que's) y para el cual se concede un valor numérico que represente dicha relación.

El fondo o base de la casa, componente 5 (Objetivos de los como's), es donde se jerarquizan los requisitos técnicos del proceso que son críticos. El componente 6 (cómo nos ven), a la derecha, pondera la satisfacción de las necesidades de los usuarios a partir de las propuestas presentadas por la competencia. El componente 7 hace referencia a la relación entre las propuestas disponibles (tanto las de la competencia como la propia) y los componentes técnicos. Finalmente, el componente 8 (Evaluación consecución de los objetivos como's) arroja la propuesta más cercana a satisfacer los requerimientos técnicos.

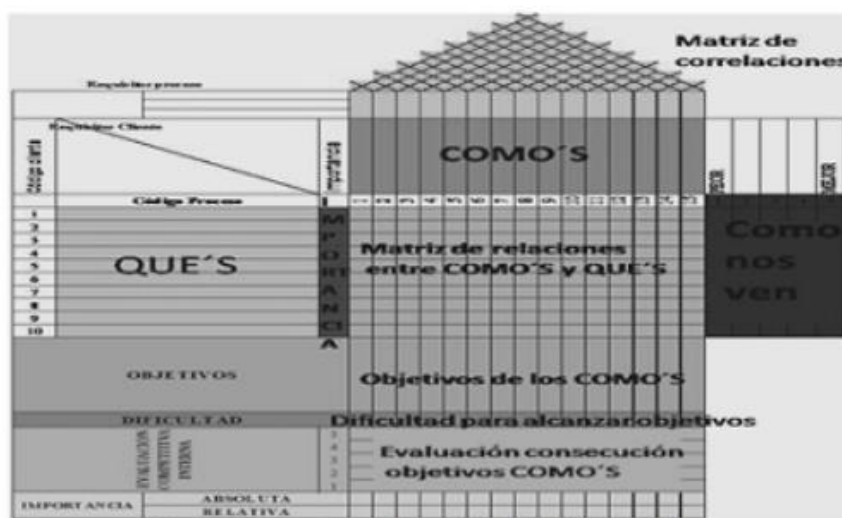


Figura 5. Estructura de la matriz QFD adaptado de Bravo, L. E. C., & Granados, W. A.(2014)

La estructura matricial de la Casa de la Calidad o Función de Despliegue de la Calidad es la siguiente:

1. Requerimientos de los Clientes: Esta es generalmente la primera parte de la matriz a completar dado que es la más importante. Debe considerar la lista de los requerimientos del cliente sobre el producto o servicio en sus

propias palabras. También se deben priorizar dichos requerimientos de modo que se pueda identificar cómo percibe el cliente la importancia relativa de cada uno.

2. Evaluación Competitiva: Muestra una comparación competitiva (benchmark) de la empresa frente a los competidores relevantes en los atributos considerados más importantes por los clientes en la calidad del producto.
3. Características Técnicas: Esta sección de la Casa de la Calidad se refiere a las características técnicas o de ingeniería del producto o servicio que la empresa ha detectado que contribuyen de alguna forma en satisfacer las necesidades de los clientes.
4. Relaciones: Esta sección es vital en la estructura de la Casa de la Calidad dado que relaciona cuantitativamente las necesidades de los clientes con las características de la calidad. Es importante identificar qué características técnicas contribuyen a satisfacer una determinada necesidad y en qué magnitud sucede esto. Se utilizan notaciones gráficas que muestran relaciones "Fuertes", "Medias" o "Bajas".
5. Correlaciones: Se identifican las correlaciones existentes entre las características técnicas.
6. Objetivos: Muestra los valores metas a alcanzar en cada característica técnica y adicionalmente incorpora un benchmark entre la empresa y los competidos relevantes. (Casa de la Calidad o Función de Despliegue de la Calidad (QFD) - Herramienta del Diseño para la Calidad, s.f)

## **Control total de calidad**

El control total de calidad es una cultura incorporada en la administración de las organizaciones, la cual tiene por finalidad alcanzar la excelencia en todas las dimensiones, tanto del producto o servicio que se ofrecen, como de los procesos por medio de los cuales se llevan a cabo, considera la excelencia definida por el cliente hacia toda la organización. La filosofía de calidad se fundamenta en conceptos levantados por expertos como Deming, Juran y Crosby. El primero, trata sobre la calidad dirigida por los clientes. Un producto o un servicio es de calidad cuando reúne ciertos atributos o requerimientos que permiten satisfacer las expectativas del cliente. En este orden de ideas, existe la calidad de diseño (valor inherente del producto en el mercado), y calidad de conformidad (grado en el cual el producto se adapta a ciertas especificaciones técnicas o de diseño). La calidad de conformidad es responsabilidad del departamento de producción, y la de diseño debe obedecer a patrones dictados por las investigaciones de mercado, las cuales definen las preferencias de los consumidores incluso comparadas con las alternativas de la competencia. Ambas concepciones de la calidad deben coincidir de manera que se satisfaga las necesidades y expectativas de los clientes. El segundo concepto se refiere a extender lazos con los proveedores y clientes. Todas las líneas de producción deben funcionar como una red cooperativa, donde cada uno es proveedor del proceso subsiguiente, y a su vez cada proceso es cliente del anterior, los cuales tienen requerimientos de calidad. Así quedan definidos clientes internos y externos (distribuidores, detallistas o consumidores finales). El tercer concepto se basa en la orientación hacia la prevención, prevenir es preferible que corregir, planear el trabajo y realizarlo evitando reprocesamientos.

Antiguamente, se revisaba el producto al finalizar la cadena productiva para detectar daños o defectos, se incurrían en costos de inspección y reprocesamiento. La administración debe establecer medidas de prevención previas y durante el proceso productivo. El cuarto concepto, señala la mejora continua. Mejora de productos, de los procesos, las maquinarias y los métodos de trabajo. Para esto se debe establecer una metodología de trabajo basada en una serie de preguntas: ¿Qué se desea mejorar?, ¿Por qué?, ¿Dónde se realizará?, ¿Cuándo debe ser implantada?, ¿Quién participará?, ¿Cómo es el enfoque de solución? y ¿Cuál es el costo y los beneficios de hacer la mejora? El último concepto, se refiere a la calidad desde el inicio, es decir, hacer las cosas correctas desde la primera vez, para lo cual el personal debe estar plenamente convencido. De esta manera, las fallas o el trabajo defectuoso no continúan desplazándose en la línea de producción para tener consecuencias posteriores. El personal debe tener actitudes, convencimiento de que la cultura de calidad está encaminada al beneficio común, y no para encontrar culpables o responsables (Ramírez, 1997). Los costos de calidad son erogaciones efectuadas por las empresas para corregir la mala calidad y alcanzar los requerimientos exigidos por los clientes en procesos, productos, servicios y sistemas. La existencia de dichos costos explica el interés de las organizaciones por el logro de excelentes niveles de calidad que incrementen su competitividad y aseguren la permanencia en el mercado.

### **Rentabilidad**

La rentabilidad es una medida relativa de las utilidades, es la comparación de las utilidades netas obtenidas en la empresa con las ventas (rentabilidad o margen de utilidad neta sobre ventas), con la inversión realizada (rentabilidad

económica o del negocio), y con los fondos aportados por sus propietarios (Morillo, M., 2001)

La Utilidad neta es el incremento del patrimonio resultante de una operación lucrativa de la empresa, esperado por quienes invierten en el capital social de una compañía para incrementar el valor de su inversión. Es un efecto sobre el patrimonio mediante el incremento de cualquier activo (no necesariamente efectivo) o la disminución del pasivo (Meigs, et al, 1999). La rentabilidad financiera señala la capacidad de la empresa para producir utilidades a partir de la inversión realizada por los accionistas incluyendo las utilidades no distribuidas, de las cuales se han privado (Urias, 1991).

Se utiliza la siguiente fórmula:

*Ecuación 1. Margen sobre ventas*

$$\text{Margen sobre ventas} = \frac{\text{Resultado del Ejercicio}}{\text{Ventas Netas}} \times 100$$

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción y calidad sobre la rentabilidad de la empresa Molino El Comanche S.R.L?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en el área de producción y calidad sobre la rentabilidad de la empresa Molino El Comanche S.R.L.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la situación actual del área de producción y calidad del Molino El Comanche S.R.L, identificando las causas que se presenten en la línea de producción de pilado de arroz.

- Proponer las herramientas de Ingeniería Industrial para la solución de las causas identificadas en el área de producción y calidad del Molino El Comanche S.R.L.
- Evaluar la viabilidad económica financiera del impacto producido por la aplicación de la propuesta de mejora en el área de producción y calidad del Molino El Comanche S.R.L.

## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. Hipótesis general

La propuesta de mejora en el área de producción y calidad, incrementa la rentabilidad en la empresa Molino El Comanche S.R.L.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

#### 2.1.1. Por su propósito y naturaleza

Es una investigación correspondiente a ciencia formal y exacta

#### 2.1.2. Por el diseño de investigación

Es una investigación Diagnóstica y propositiva

### 2.2. Materiales, instrumentos y métodos

#### 2.2.1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 5. *Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

| TÉCNICA                     | JUSTIFICACIÓN  | INSTRUMENTOS   | APLICADO EN   |
|-----------------------------|--|--|---|
| <b>Observación de campo</b> | Permitió observar las áreas de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos. | -Cuaderno de apuntes<br>-Cámara fotográfica<br>-Cronómetro | En el área de calidad y producción donde comprenden los procesos del molino de arroz. |
| <b>Entrevista</b>           | Permitió obtener mayor detalle del   | -Guía de entrevista-cuestionario                           | En el dueño de la empresa.  |



|                               |   |  |   |
|-------------------------------|---|--|---|
|                               | funcionamiento y gestión de la empresa.   | -Cuaderno de apuntes.<br>-Cámara fotográfica           |   |
| <b>Análisis de documentos</b> | Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción. | -Microsoft Excel<br>-Laptop<br>-Cuaderno de apuntes    | Base de datos de la empresa en estudio.       |
| <b>Encuesta</b>               | Permitió analizar los factores que intervienen en la producción, específicamente en la mano de obra.  | -Cámara fotográfica<br>-Guía de encuesta<br>-Lapiceros | Personas que labora en el área de producción. |

Fuente. Elaboración propia

### **Observación directa**

#### **Objetivo:**

Identificar fallas críticas en el área de producción, calidad y las consecuencias que este genera con respecto a su rentabilidad.

#### **Procedimiento:**

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de producción y calidad en el molino de arroz.

#### **Instrumentos:**

Breviario de apuntes y lápices.

### **Entrevista**

La entrevista se realizará al dueño de la empresa.

#### **Objetivo:**

Determinar la situación actual de la empresa, conocer con mayor detalle el funcionamiento y gestión de la empresa. De tal modo, puntualizar los problemas fundamentales en el área de producción y calidad que están directamente relacionados con la baja rentabilidad.

**Parámetros:**

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina del gerente

**Procedimiento:**

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

**Instrumentos:**

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

**Análisis de documentos**

**Objetivo:**

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa Molino El Comanche S.R.L.

**Procedimiento:**

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica

**Instrumentos:**

USB, laptop, breviarío de apuntes, lapicero.

**Encuesta**

**Objetivo:**

Obtener información de todos los procesos del área de producción y calidad para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces

**Parámetros:**

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa Molino El Comanche S.R.L

**Procedimiento:**

Realizar una serie de preguntas a los trabajadores del área de producción y calidad, con el fin de conocer los puntos críticos del área.

**Instrumentos:**

Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica

**2.2.2. Instrumentos y métodos para procesar los datos**

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 6. *Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

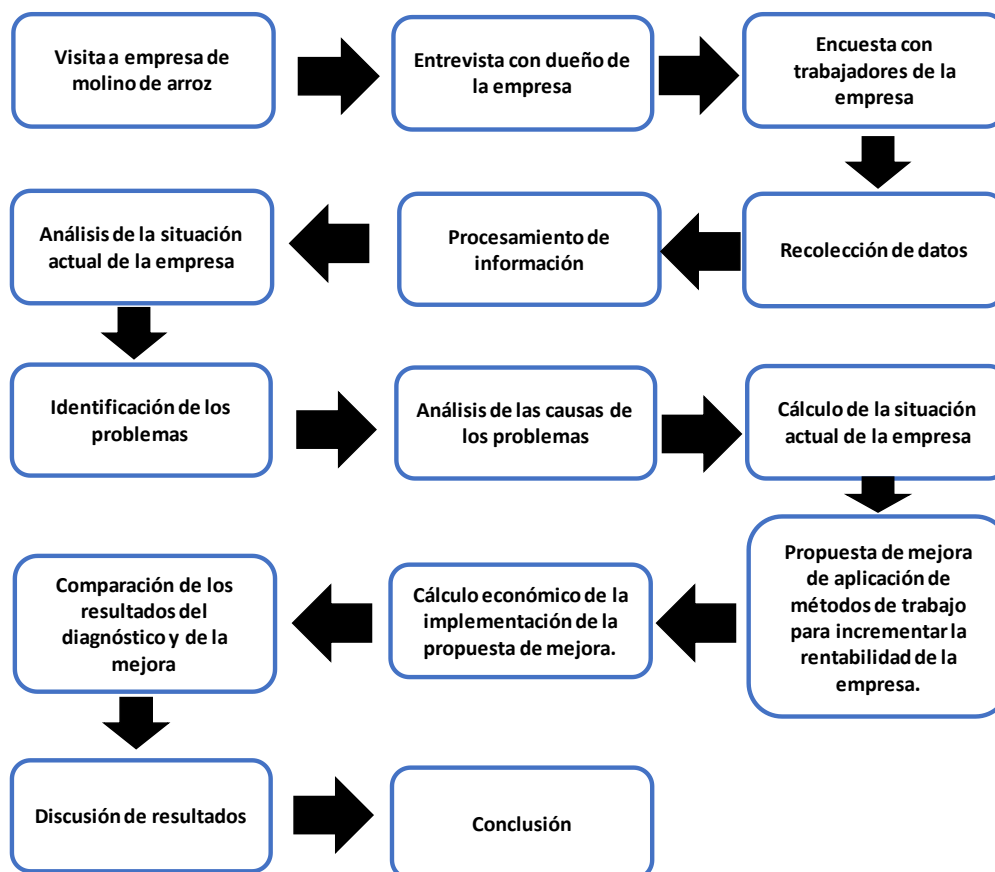
| Herramienta                      | Descripción   |
|----------------------------------|---|
| Diagrama de Ishikawa             | Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.   |
| Matriz de priorización           | Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2018.     |
| Pareto                           | Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de baja rentabilidad. |
| Matriz de indicadores            | Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.  |
| Diagrama de análisis de procesos | Se elabora para determinar las actividades productivas e improproductivas presentes en el proceso de producción.      |
| Diagrama de flujo                | Se realiza para conocer el proceso de pilado de arroz   |

Fuente. Elaboración propia

**Procesamiento de información**

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel. Con esta herramienta se ha podido aplicar ecuaciones y fórmulas necesarias para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

### 2.3. Procedimiento



*Figura 5.* Procedimiento de trabajo en una empresa de Molino de arroz- Trujillo

Fuente. Elaboración Propia

### 2.4. Aspectos éticos

No se expuso a ningún empleado, que sienta que puede estar en riesgo su trabajo. Con el método de la encuesta se mantuvo de forma confidencial los resultados obtenidos.

En la encuesta se valora de igual forma, las opiniones que obtengamos tanto de los operarios e ingenieros. Todas las opiniones se trataron de la misma forma sin importar la posición o cargo dentro de la empresa.

Para la selección del personal a encuestar se basó en función a los objetivos.

## 2.5. Operacionalización de variables

Tabla 7. Operacionalización de variables

| Variables  | Definición conceptual  | Definición Operacional   | Dimensión         | Indicador   | Fórmula   | Escala |
|--|--|--|-------------------|---|---|--------|
| <b>Propuesta de mejora en la gestión de producción de Molino El Comanche</b> | La propuesta de mejora en la gestión de producción consiste en el uso de herramientas de Ingeniería Industrial, que ayudarán a incrementar la rentabilidad de Molino El Comanche | La propuesta permite mejorar la rentabilidad de la empresa, través de la mejor planificación de la producción de Molino El Comanche. | <b>Producción</b> | Pérdida económica por rotura de stock debida a deficiente planeamiento de la producción | $\frac{\text{Ventas perdidas por planeamiento}}{\text{Total ventas}}$ | Razón  |
|  |  |  | <b>Calidad</b>    | Sobrepeso   | $\frac{\text{Peso real} - \text{Peso S}}{\text{Peso Std}}$            |        |
|  |  |  |                   | Pérdida de producto por baja humedad  | $\text{Producción} \times (12\% - \text{Humedad real})$               | Valor  |
| <b>Rentabilidad</b>  | Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión   | Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión, aplicando la propuesta de mejora en la gestión de producción.              |                   | Utilidad del negocio  | $\frac{\text{Utilidad}}{\text{Ventas netas}}$                         | Razón  |

Fuente. Elaboración Propia

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnóstico de la realidad actual de la empresa

#### 3.1.1. Generalidades de la empresa

La empresa Molino El Comanche S.R.L dedicada al pilado de arroz en cáscara. Se encuentra ubicada en la Carretera panamericana Norte Km. 690 C.p.m San Martin De Porres (al Frente De Molino San Martin) en el distrito de San José, provincia de Pacasmayo, departamento de La Libertad. Esta empresa fue fundada el 17/02/2009.

Se inició como una empresa familiar, y con el tiempo, se tuvo que contratar más personal con mayor experiencia en el rubro.

Cuentan con maquinaria que le permite producir a grandes volúmenes, sin embargo, su escaso planeamiento y deficiente selección de proveedores le genera problemas en terminar los pedidos a tiempo.

Además, se ha identificado sobrecostos en mano de obra, ya que hay ocasiones en las que no se necesita trabajar a plena capacidad, y, sin embargo, se contrata a personal.

#### A. Misión

Nuestro compromiso es satisfacer las necesidades y expectativas de proveedores, clientes y consumidores, mediante la producción y comercialización de productos alimenticios de alta calidad relacionados con el arroz. Para ello contamos con talento humano eficiente, calificado y comprometido, sumado a la más avanzada tecnología y excelencia en el servicio, buscando crecimiento y rentabilidad de los accionistas, preservando el medio ambiente y generando bienestar a colaboradores, productores y a la comunidad.

**B. Visión**

Convertirnos en la organización líder en el sector agroindustrial del arroz a nivel nacional, mediante el desarrollo de productos tradicionales e innovadores con los más altos estándares de calidad; así como el uso de tecnologías limpias que contribuyan al mejoramiento ambiental logrando un desarrollo sostenible que nos permita brindar bienestar a los grupos de interés social siendo nuestra mayor responsabilidad.

**C. Valores**

- Responsabilidad
- Puntualidad
- Honradez
- Respeto

**D. Organigrama**

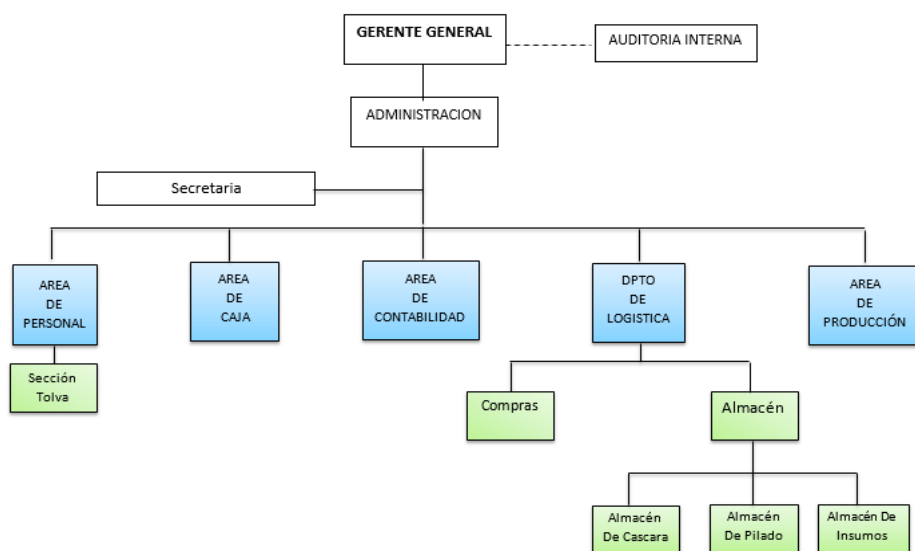


Figura 6. Organigrama

**E. Productos/ Servicios**

- Pilado de Arroz Paddy
- Servicio de Reproceso
- Almacén de arroz en cáscara.

**F. Principales lugares de destino de arroz pilado**

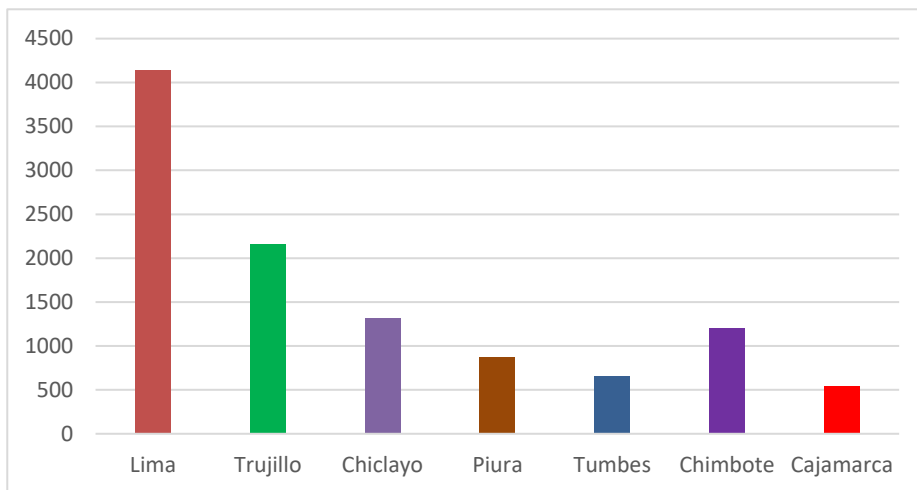


Figura 7. Principales consumidores 2018

**G. Principales proveedores de arroz en cáscara**

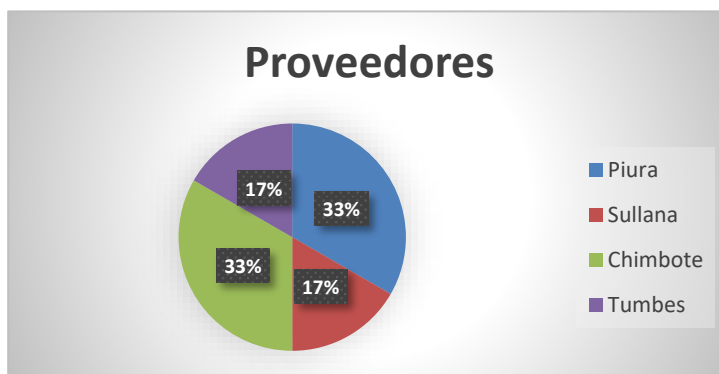


Figura 8. Proveedores



## H. Principales competidores

Tabla 8. Principales competidores

|   |   |
|---|---|
| <b>MOLINO LOS AQUILES EIRL</b>                  | CARRETERA CAJAMARCA KM 02                                     |
| <b>MOLINO PACASMAYO EIRL</b>                    | CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM. 678 CP. SAN MARTIN DE PORRES |
| <b>MOLINO PURO NORTE ( EX MOLINO CABANILLA)</b> | JR. CHUNGAL N° 187  |
| <b>MOLINO SAMAN S.R.L.</b>                      | SECTOR LOS ANGELES MZ A LOTE 3 PAKATNAMU                      |
| <b>MOLINO SAN ELADIO S.A.C</b>                  | PANAMERICANA NORTE KM 661                                     |
| <b>MOLINO SANTA CATALINA SRL</b>                | PANAMERICANA NORTE KM. 691 CP. SAN MARTIN DE PORRES           |
| <b>AGROINDUSTRIA DON SERGIO EIRL</b>            | CARRETERA SAN JOSE KM. 0.5                                    |

Fuente. Directorio Agroindustrial

## I. Mapa de procesos



Figura 9. Mapa de procesos

## J. Mano de obra

El Molino El Comanche S.R.L. cuenta con 10 personas calificadas, y con 30 personas no calificadas, de las cuales 12 se encargan del secado del arroz cáscara y de transportar los sacos desde el área de secado, hasta la tolva de producción; y 8 se encuentran dentro de la planta, para cargar los sacos del producto final hacia el almacén de productos terminados.

## K. Maquinaria y equipos

Dentro de la maquinaria que forma parte del proceso de pilado de arroz se tiene:

Pre-Limpia, Descascarador, Circuito Descascarador, 2 Mesa Paddy, 2 Pulidores de Piedra BHZ, Pulidora de Agua WPZ-1, Calibradores de grano MTVZ, 4 Clasificadores, Selectora, 8 elevadores, 2 balanzas.

Tabla 9. *Maquinaria y equipos*

| N° | MAQUINA Y/O EQUIPO         | CANTIDAD |
|----|----------------------------|----------|
| 01 | PRE-LIMPIA                 | 1        |
| 02 | DESCASCARADORA             | 1        |
| 03 | CIRCUITO DE DESCASCARADORA | 1        |
| 04 | MESA PADDY                 | 2        |
| 05 | PULIDORA DE PIEDRA BHZ     | 2        |
| 06 | PULIDORA DE AGUA WPZ-1     | 1        |
| 07 | CALIBRADORES DE GRANO MTVZ | 1        |
| 08 | CLASIFICADOR               | 4        |
| 09 | SELECTORA                  | 1        |
| 10 | ELEVADORES                 | 8        |
| 11 | BALANZAS                   | 2        |

Fuente. Molino El Comanche S.R.L. Elaboración Propia.

**L. Balance de Masa**

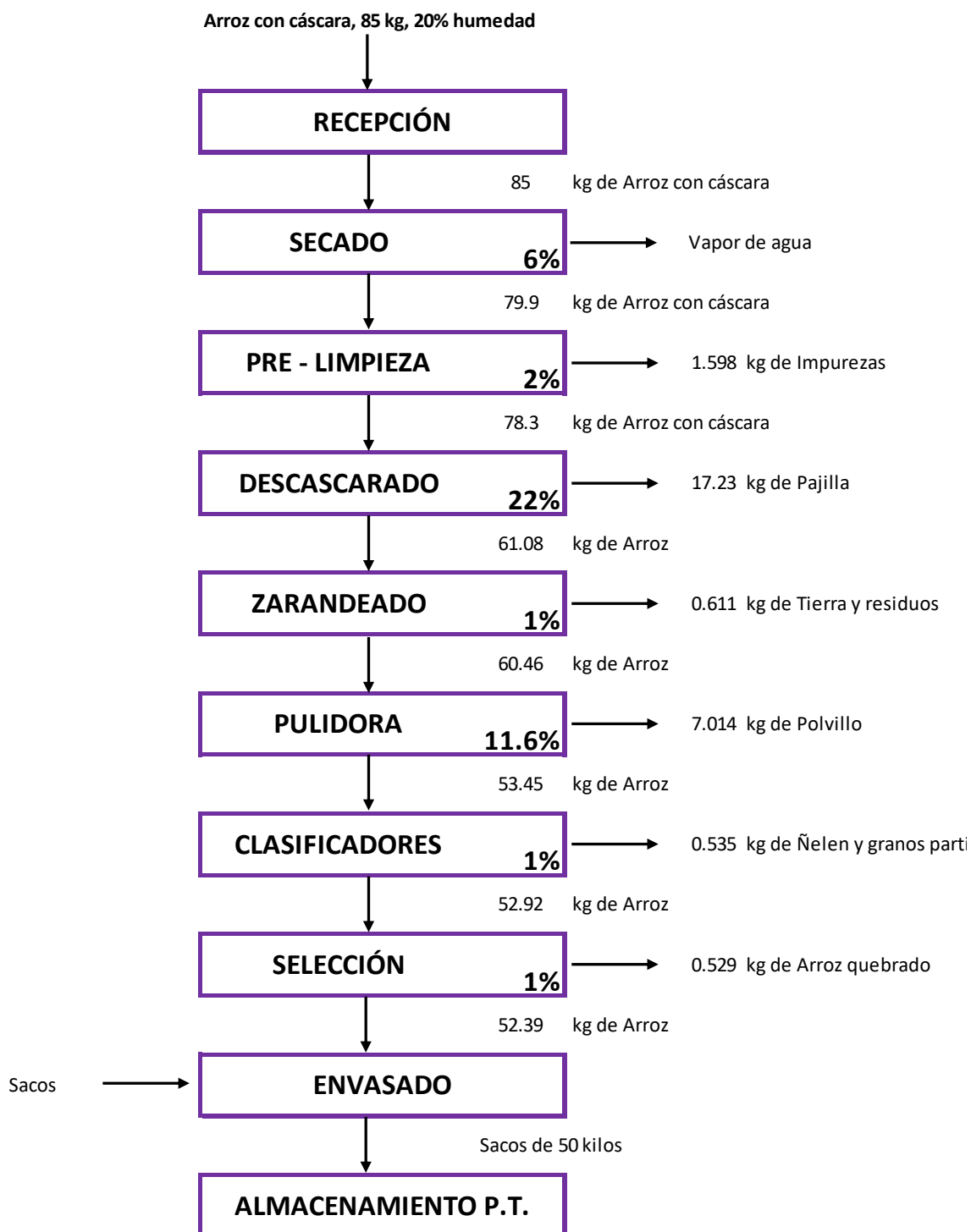


Figura 10. Balance de masa

Fuente. Molino El Comanche S.R.L. Elaboración propia

## M. Descripción del proceso

Una vez que el arroz ya ha cumplido el tiempo de almacenamiento necesario para ser utilizado por la industria arrocera y tiene las características para su procesamiento, el arroz en cáscara entrará a un proceso conocido como “pilado” donde se obtendrá arroz blanco. La cantidad de arroz blanco que se obtenga del proceso determina el rendimiento de la piladora.

### - Recepción de la Materia Prima

La materia prima llega a la empresa por medio de camiones, proveniente de las chacras de los o de campos de cultivo de la misma empresa, que es descargado por los obreros. Luego es llevado al área de secado artesanal, para que el arroz cáscara presente la humedad adecuada.

### - Secado Natural

Se realiza de forma natural utilizando carpas de polipropileno en el patio de la planta. El grano llega con 24% de humedad y debe llegar a 13%. La duración de secado es de 48 horas con la finalidad de que se enfríen los almidones y pueda cristalizar. Por tal motivo va a disminuir el quebrado a la hora de procesar.

Esta metodología artesanal consiste en esparcir el cereal en capas de 10 cm de altura sobre el piso de cemento directamente, para aprovechar el viento y energía calorífica del sol.

El peso específico del arroz paddy es 0.750. Por cada M<sup>2</sup>, se puede esparcir 1.0M x 1.0M x 0.1M x 0.75 TM/M<sup>3</sup> = 0.075 TM/M<sup>2</sup>

El molino tiene un patio de 3,000 M<sup>2</sup>, que le permite mantener un inventario rotativo de 225 TM de arroz cáscara, que le da una autonomía de aproximadamente 5 días de producción. Se necesita considerar que previamente requerirá 2 días de secado.

Inconvenientes. Las principales objeciones para la utilización de esta técnica son: baja capacidad de secado por unidad de área; dependencia de las condiciones climáticas; necesidad de mano de obra para la operación; y necesidad de utilizar grandes superficies de secado, en comparación con otras técnicas más sofisticadas que requieren menos espacio. Por esta razón, el uso de los patios de secado se limita a propiedades con bajos volúmenes de producción.

El arroz cáscara proveniente de la etapa de secado es colocado en una tolva de 15 TM de capacidad. Por intermedio de un primer elevador el arroz Nir se hace ingresar continuamente a una zaranda vibratoria “ZACCARIA” con una capacidad de 6000 kg (75 sacos) por hora.

Para asegurar que el grano ingrese limpio al proceso de descascarado, las impurezas son retiradas por medio de un juego de dos mallas: en la primera quedan retenidas las impurezas

mayores y pasa el arroz; en la segunda elimina los vanos y el arroz queda retenido en la malla.

Los rechazos de las dos mallas son continuamente llenados en sacos de polipropileno que luego se disponen para su eliminación fuera del molino.

- Descascarado

En arroz llega hasta aquí por medio del segundo elevador. El arroz es descascarado mediando dos rodillos (rodillos de goma) que giran en forma contraria, obteniéndose arroz descascarado y la pajilla de arroz.

En esta etapa el equipo de descascarado expulsa la pajilla a través de un tubo por transporte neumático a un área fuera del proceso.

- Separación de cáscara

Esta mesa es también llamada “seleccionadora” por la sencilla razón de seleccionar el arroz con cáscara (Paddy), del arroz sin cáscara. El arroz llega aquí del circuito cerrado a través del tercer elevador. Esta separación se realiza a través de movimientos vibratorios. Esta máquina se encarga de retomar el arroz Paddy o con cáscara al segundo elevador que alimenta a la descascaradora.

Esta máquina tiene una capacidad de procesamiento de 1,750 Kilos/Hora, que constituye el cuello de botella, por lo que se requiere que opere las 24 horas del día.

El arroz sin cáscara, conocido como arroz integral pasa a la siguiente etapa de pulido.

- Pulido

- Pulidora de Piedra (Primer Pulido): El arroz llega en cáscara hasta aquí por medio de un elevador. Esta primera pulidora se encarga de pulir el arroz hasta un nivel de 30%. Interiormente la pulidora contiene una piedra “POME” que con la fricción tiende a pulir el arroz. Esta pulidora y los dos siguientes están unidos a un conducto llamado “SINFÍN”, por donde transporta el polvillo, para luego ser envasado a sacos y a su venta como subproducto en sacos de 30 kg.
- Pulidora de Piedra (Segundo Pulido): Llega a través de un elevador, este pulidor pule el arroz hasta un nivel de 60%.
- Pulido de Agua: Llega a través de un elevador, pule el arroz hasta un nivel de 100% En esta etapa se lustra y se da brillo al arroz.

Esta máquina tiene una capacidad de 5,000 Kilos/hora y opera 24 horas diarias. El personal opera 2 turnos de 12 horas, realizando 4 horas diarias de sobretiempo las 3 personas que la operan.

- Clasificador

- Clasificador I: El arroz llega hasta aquí a través de un elevador. Antes de ingresar el arroz pulido a la zaranda hay una conexión a un aspirador de aire que separa las impurezas finas provenientes de las pulidoras como tiza, polvo, etc. Después de ser aspirado el arroz cae a la zaranda la que tiene como

función separar el “ÑELEN” (arrocillo), del arroz blanco de mayor tamaño. El ÑELEN es envasado por sacos de 50 kg por un obrero que lo llena, cose y se almacena.

- Clasificador II: El arroz del clasificador I se transporta por un elevador al Clasificador II donde se clasifica el arroz entero del arroz  $\frac{1}{2}$  y se envasan en forma continua en sacos de 50 kg. El arroz entero y arroz  $\frac{3}{4}$  sigue a la siguiente etapa de selección.

La capacidad de Clasificación es de 6 TM/Hora.

- Selectora

El arroz entero y arroz  $\frac{3}{4}$  proveniente del Clasificador II se somete a una selección electrónica para separar granos tizosos, manchados y otros defectos. Los granos seleccionados van a la etapa de envasado. El arroz rechazo y arroz  $\frac{3}{4}$  también son envasados en sacos de 50 kg para su venta.

La capacidad de Selección es 5TM/Hora.

- Envasado

Esta operación se realiza en una embolsadora automática, con capacidad de 300 bolsas de 50 kilos por hora. Es decir, 15 TM/Hora.

Luego el saco es cocido con una cosedora manual Fishbein.

- Almacenamiento



Después de ser pesado y cosido el saco de arroz es trasladado hacia el almacén donde se arrumará en camas de 5 x 20 sacos de alto. Aquí el arroz permanecerá de 2 a 3 meses.

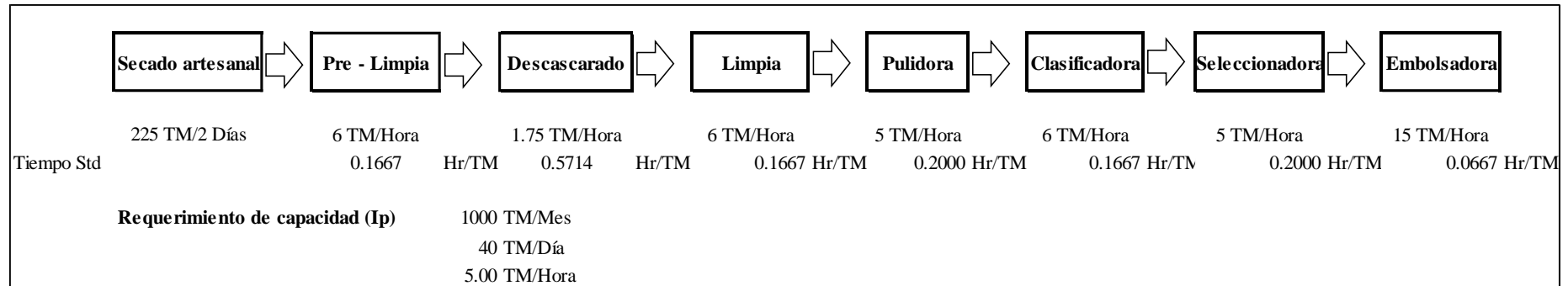
Tabla 10. *Personal requerido por máquina*

|                      | <b>Personal<br/>por turno</b> | <b>Turnos<br/>trabajados/Día</b> |           |
|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------|
| <b>Secado</b>        | 4                             | 1                                | 4         |
| <b>Pre-limpia</b>    | 2                             | 1                                | 2         |
| <b>Descascarado</b>  | 4                             | 3                                | 12        |
| <b>Limpieza</b>      | 2                             | 1                                | 2         |
| <b>Pulido</b>        | 2                             | 1                                | 2         |
| <b>Clasificación</b> | 2                             | 1                                | 2         |
| <b>Selección</b>     | 2                             | 1                                | 2         |
| <b>Envasado</b>      | 3                             | 1                                | 3         |
| <b>Total</b>         |                               |                                  | <b>29</b> |

Fuente. Elaboración propia

|   |               | MANUAL DE PROCEDIMIENTOS     |            |        |          |          | CODIGO Pe - 01  |               |   |
|---|---------------|------------------------------|------------|--------|----------|----------|-----------------|---------------|---|
|   |               | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO |            |        |          |          | VERSION 0001    |               |   |
|   |               |                              |            |        |          |          | FECHA 08/10/19  |               |   |
|   |               |                              |            |        |          |          | PÁGINA 1        |               |   |
| Fecha de Realización 8 de octubre 2019    |               | Ficha Número I               |            |        |          |          |                 |               |   |
| Diagrama N° 001                           | Página 1 de 1 | RESUMEN                      |            |        |          |          |                 |               |   |
| Proceso: Producción de 625 sacos de arroz |               | ACTIVIDAD                    |            | Actual |          | Supuesto |                 | Economía      |   |
|   |               | Cant                         | Time (min) | Cant   | Time     | Cant     | Time            |               |   |
| Actividad: Producción                     |               | OPERACIÓN                    |            | 14     | 172.83   | 0        | 0               | 0             | 0 |
|   |               | TRANSPORTE                   |            | 8      | 51.5     | 0        | 0               | 0             | 0 |
|   |               | ESPERA                       |            | 1      | 2880     | 0        | 0               | 0             | 0 |
| Tipo de Diagrama                          |               | INSPECCIÓN                   |            | 2      | 1.08     | 0        | 0               | 0             | 0 |
| Método                                    |               | ALMACENAMIENTO               |            | 1      | 0        | 0        | 0               | 0             | 0 |
|   |               | Actual X                     |            | 0      | 0        | 0        | 0               | 0             | 0 |
|   |               | Propuesto                    |            | 0      | 0        | 0        | 0               | 0             | 0 |
|   |               | DISTANCIA TOTAL              |            | 0      | 0        | 0        | 0               | 0             | 0 |
|   |               | TIEMPO TOTAL                 |            | 0      | 3105.42' | 0        | 0               | 0             | 0 |
| DESCRIPCIÓN                               | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | DIST     | TIME (SEGUNDOS) | OBSERVACIONES |   |
| RECEPCIÓN MATERIA PRIMA                   | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 1800            |               |   |
| ARRUMADO DE LOS SACOS                     | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 1800            |               |   |
| TENDIDO DE LOS MANTOS                     | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 180             |               |   |
| VACIADO Y ESPARCIDO DEL ARROZ CÁSCARA     | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 1200            |               |   |
| RAYADO DEL ARROZ EN FORMA DE SURCO        | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 600             |               |   |
| SECADO ARTESANAL                          | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 172800          |               |   |
| INSPECCIONAR PORCENTAJE DE HUMEDAD        | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 60              |               |   |
| LLENADO DE LOS SACOS                      | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 2400            |               |   |
| LLEVADO DE SACOS A LA TOLVA               | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | 267.3    | 3000            |               |   |
| LA TOLVA                                  | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 1800            |               |   |
| ELEVADOR                                  | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 10              |               |   |
| LIMPIEZA                                  | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 60              |               |   |
| ELEVADOR                                  | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 30              |               |   |
| DESCASCARADO                              | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 30              |               |   |
| SEPARACIÓN                                | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 10              |               |   |
| ELEVADOR                                  | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 10              |               |   |
| PULIDO                                    | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 120             |               |   |
| ELEVADOR                                  | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 10              |               |   |
| CLASIFICACIÓN                             | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 60              |               |   |
| ELEVADOR                                  | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 10              |               |   |
| SELECCIÓN                                 | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 300             |               |   |
| INSPECCIONAR SACOS DE 50 JG               | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 5               |               |   |
| ELEVADOR                                  | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 10              |               |   |
| ENVASADO                                  | ●             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 10              |               |   |
| LLEVADO DEL SACO AL ALMACÉN               | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | 57.3     | 10              |               |   |
| ALMACENAMIENTO                            | ○             | ➔                            | ◐          | ◑      | ◒        | N/A      | 0               |               |   |
| TOTAL                                     | 14            | 8                            | 1          | 2      | 1        | 324.6    | 186325          |               |   |

Figura 11. DAP para 625 sacos de arroz



|                      | Tiempo Std (Hr/TM) | Ip (TM/Hora) | Máquinas actuales | Horas /día | Turnos |
|----------------------|--------------------|--------------|-------------------|------------|--------|
| <b>Pre-Limpia</b>    | 0.1667             | 5.00         | 1                 | 5.56       | 1.0    |
| <b>Descascarado</b>  | 0.5714             | 5.00         | 1                 | 19.05      | 3.0    |
| <b>Limpia</b>        | 0.1667             | 5.00         | 1                 | 5.56       | 1.0    |
| <b>Pulidora</b>      | 0.2000             | 5.00         | 1                 | 6.67       | 1.0    |
| <b>Clasificadora</b> | 0.1667             | 5.00         | 1                 | 5.56       | 1.0    |
| <b>Seleccinadora</b> | 0.2000             | 5.00         | 1                 | 6.67       | 1.0    |
| <b>Embolsadora</b>   | 0.0667             | 5.00         | 1                 | 2.22       | 1.0    |

Figura 12. Balance de línea actual

Fuente: Molino El Comanche

En este balance de línea se observa que toda la maquinaria opera 1 turno diario de 8 horas, 25 días al mes, salvo la Descascaradora que requiere trabajar 2 turnos diarios de 12 horas. Las 4 personas asignadas por turno a esta última máquina cumplen 4 horas diarias de sobretiempo, equivalentes a 4,800 horas anuales, con 50% de recargo. Los 29 trabajadores de la empresa laboran en promedio 300 días al año, vale decir 69,600 Horas-Hombre. Consecuentemente el porcentaje actual de horas en sobretiempo sobre horas regulares es 6.9%

### 3.1.2. Diagnóstico del área problemática

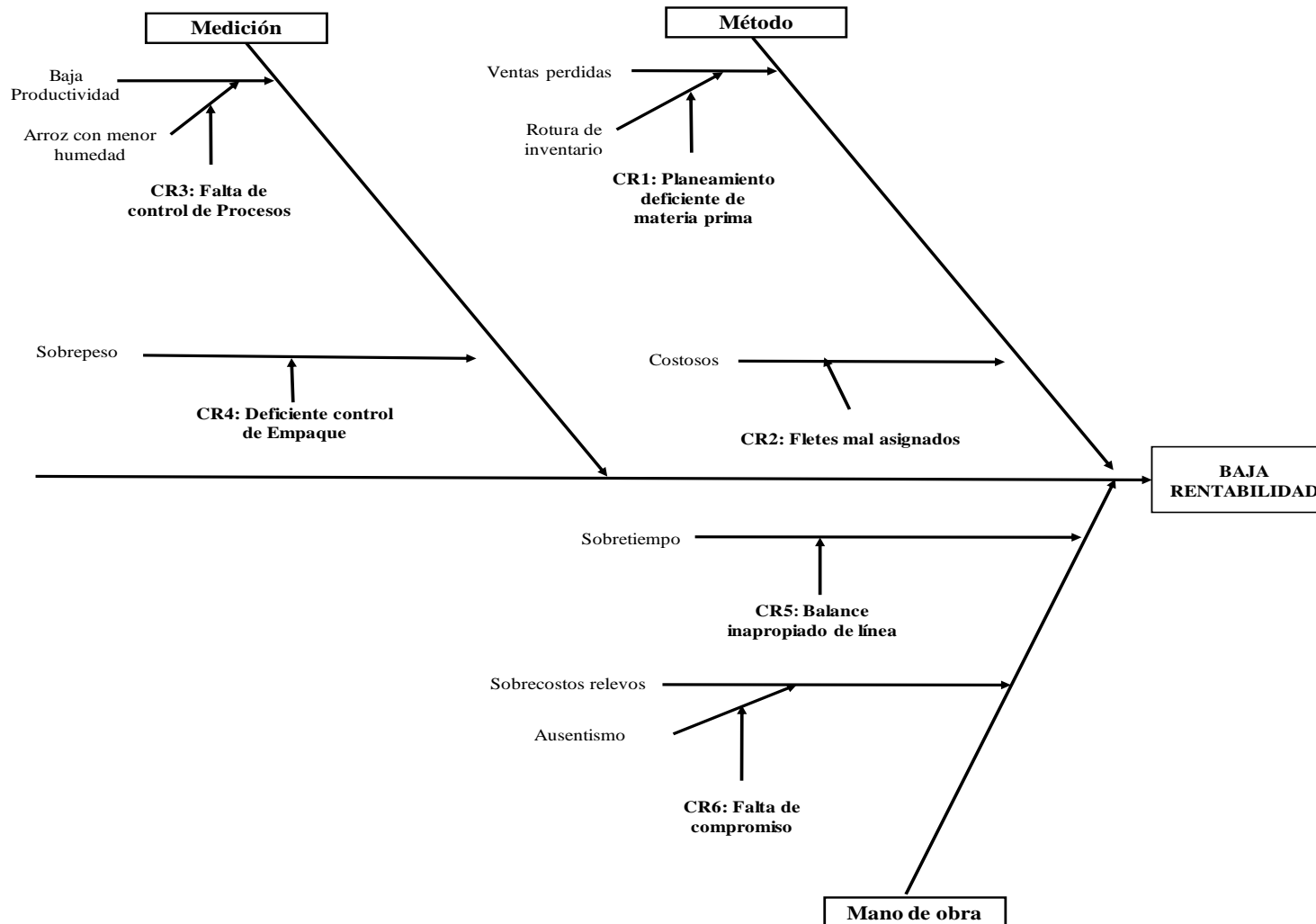


Figura 13. Ishikawa

Las causas raíces que se mencionan a continuación fueron diagnosticadas en las áreas de producción y calidad de la empresa Molino El Comanche S.R.L. Estas influyen en su baja rentabilidad y generan pérdidas en la empresa.

Tabla 11. *Causas raíces*

| Nº  | CAUSA                                    |
|-----|--|
| CR1 | Planeamiento deficiente de materia prima |
| CR2 | Fletes mal asignados                     |
| CR3 | Falta control de procesos                |
| CR4 | Deficiente control de empaque            |
| CR5 | Balance inapropiado de Línea             |
| CR6 | Falta compromiso                         |

Fuente. Elaboración propia

### 3.1.2.1. Priorización de causas raíces

Luego de haber identificado las causas raíces de las áreas de producción y calidad de la empresa, se priorizaron según las pérdidas que generaron en el pasado año.

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

Tabla 12. *Priorización de causas raíces*

|     |  | GERENTE | ADMINISTRADOR | TECNICO | TOTAL | %   | % ACUM |
|-----|--|---------|---------------|---------|-------|-----|--------|
| CR1 | PLANEAMIENTO DEFICIENTE DE MATERIA PRIMA | 10      | 10            | 8       | 28    | 19% | 19%    |
| CR2 | FLETES MAL ASIGNADOS                     | 10      | 9             | 9       | 28    | 19% | 38%    |
| CR3 | FALTA CONTROL DE PROCESOS                | 9       | 8             | 9       | 26    | 17% | 55%    |
| CR4 | DEFICIENTE CONTROL DE EMPAQUE            | 9       | 8             | 9       | 26    | 17% | 72%    |
| CR5 | BALANCE INAPROPIADO DE LÍNEA             | 9       | 8             | 8       | 25    | 17% | 89%    |
| CR6 | FALTA COMPROMISO                         | 5       | 5             | 6       | 16    | 11% | 100%   |
|     |  |         |               |         | 149   |     |        |

Fuente. Elaboración propia

|   | CAUSAS RAÍCES | TOTAL  | TOTAL ACUMULADO | % ACUMULADO | 80 - 20 | % N° DE CAUSAS ACUMULADO |
|---|---------------|--------|-----------------|-------------|---------|--------------------------|
| 1 | CR1           | 28.00  | 28.00           | ● 18.8%     | 80%     | ● 16.7%                  |
| 2 | CR2           | 28.00  | 56.00           | ● 37.6%     | 80%     | ● 33.3%                  |
| 3 | CR3           | 26.00  | 82.00           | ● 55.0%     | 80%     | ● 50.0%                  |
| 4 | CR4           | 26.00  | 108.00          | ● 72.5%     | 80%     | ● 66.7%                  |
| 5 | CR5           | 25.00  | 133.00          | ● 89.3%     | 80%     | ● 83.3%                  |
| 6 | CR6           | 16.00  | 149.00          | ● 100.0%    | 80%     | ● 100.0%                 |
|   | <b>TOTAL</b>  | 149.00 |                 |             |         |                          |

Figura 14. Priorización de causas raíces

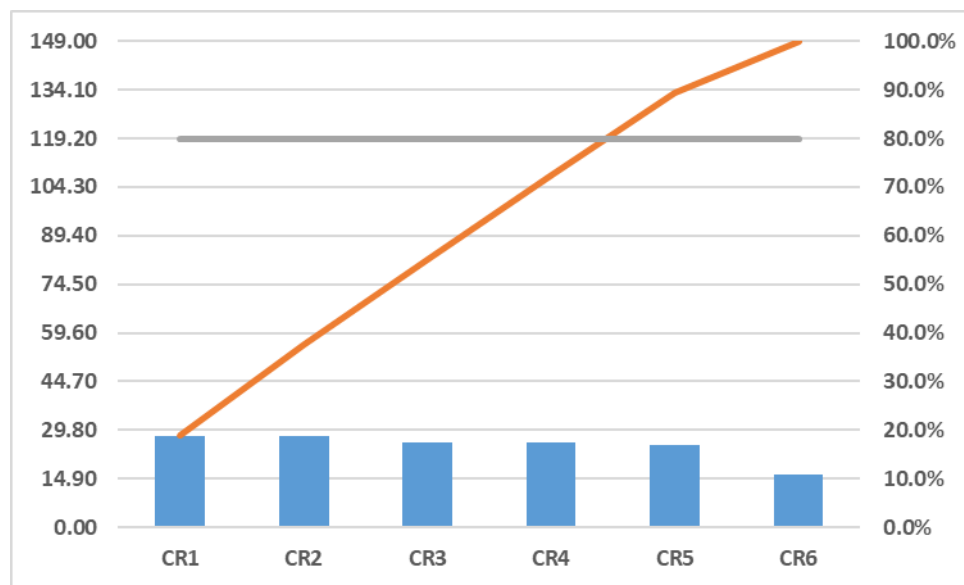


Figura 15. Gráfico de Pareto

### 3.1.3. Identificación de indicadores

| NºCausa | Causa Raíz                               | Indicador   | Fórmula   | Valor Actual         | Pérdida              | Valor Meta          | Pérdida    | Beneficio | Herramienta                    | Métodos  | Inversión   |
|---------|--|---|---|----------------------|----------------------|---------------------|------------|-----------|--------------------------------|--|---|
| CR1     | Planeamiento deficiente de materia prima | % Ventas frustradas por rotura de inventario de materia prima | $\frac{(S/.)Vtas\ perdid\ as\ por\ rotura}{(S/).Total\ ventas\ realizadas}$           | 5%                   | S/33,619             | 1.000%              | S/6,724    | S/26,895  | Gestión táctica de operaciones | Pronósticos  | Laptop<br>S/6,500   |
| CR2     | Fletes mal asignados                     | Sobrecosto en fletes  | $Total\ viajes\ x\ (\Delta Costo\ de\ fletes)$  | S/534,940            | S/46,060             | S/488,880           | S/0        | S/46,060  | Investigación operativa        | Solver   | Capacitación en gestión de almacén<br>S/3,500   |
| CR3     | Falta de control de procesos             | Pérdida de peso por menor humedad<br>Producción de 2da        | $Producción\ x\ (12\% - humedad\ real)$<br>$Producción\ de\ 2da\ x\ (Utilidad - 5\%)$ | S/4,080<br>S/134,918 | S/3,060<br>S/101,188 | S/1,020<br>S/33,730 | S/0<br>S/0 | S/104,248 | Control estadístico            | Compra de una secadora de cereales                                       | Capacitación en instrumentación<br>Tecsup<br>S/3,500  |
| CR4     | Deficiente control de empaque            | Sobrepeso en sacos de 50 kilos                                | $\frac{Producción\ x\ (Peso\ real - Peso\ Std)}{Peso\ Std}$                           | 5.6%                 | S/2,785              | 1.500%              | S/746      | S/2,039   | Control estadístico            | Software de control de peso  | Software de control estadístico de pesos con interfase con balanza de verificación<br>S/10,000<br>Balanza electrónica<br>S/48,145 |
| CR5     | Balance inapropiado de línea             | Sobretiempos  | $\%HH\ en\ sobretiempos\ x\ jornal\ x\ (150\%)$                                       | 6.900%               | S/30,024             | 2.000%              | S/8,703    | S/21,321  | Balance de línea               | Capacitación en proceso de molienda<br>Control estadístico de la calidad | Capacitación en BPM en molinería<br>S/6,600   |

Figura 16. Matriz de indicadores

### 3.2. Desarrollo de la propuesta de mejora

#### a. Causa Raíz 1. Planeamiento deficiente de materia prima

Se propuso realizar un pronóstico estacional para conocer en base a la demanda histórica de los años 2016 y 2017, la producción pronosticada para el año 2018.

|                   | Ene    | Feb    | Mar    | Abr    | May    | Jun    | Jul    | Ago    | Set    | Oct    | Nov    | Dic    | Total  |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Año 2016          | 829.00 | 843.00 | 855.00 | 962.00 | 970.00 | 985.00 | 987.00 | 969.00 | 972.00 | 814.00 | 816.00 | 799.00 | 900.08 |
| Año 2017          | 860.00 | 852.00 | 862.00 | 975.00 | 982.00 | 995.00 | 998.00 | 978.00 | 973.00 | 831.00 | 820.00 | 811.00 | 911.42 |
|                   | 844.50 | 847.50 | 858.50 | 968.50 | 976.00 | 990.00 | 992.50 | 973.50 | 972.50 | 822.50 | 818.00 | 805.00 | 905.75 |
| Índice estacional | 0.93   | 0.94   | 0.95   | 1.07   | 1.08   | 1.09   | 1.10   | 1.07   | 1.07   | 0.91   | 0.90   | 0.89   |        |

Figura 17. Cálculo del índice estacional

Tabla 13. Pronóstico de producción 2018

|                 | Período   | TM/Mes        | Índice Estacional | Pronóstico desastacional |
|-----------------|-----------|---------------|-------------------|--------------------------|
| Producción real | 1         | Ene           | 829.00            |                          |
|                 | 2         | Feb           | 843.00            |                          |
|                 | 3         | Mar           | 855.00            |                          |
|                 | 4         | Abr           | 962.00            |                          |
|                 | 5         | May           | 970.00            |                          |
|                 | 6         | Jun           | 985.00            |                          |
|                 | 7         | Jul           | 987.00            |                          |
|                 | 8         | Ago           | 969.00            |                          |
|                 | 9         | Set           | 972.00            |                          |
|                 | 10        | Oct           | 814.00            |                          |
|                 | 11        | Nov           | 816.00            |                          |
|                 | 12        | Dic           | 799.00            |                          |
| Pronóstico      | 13        | Ene           | 860.00            |                          |
|                 | 14        | Feb           | 852.00            |                          |
|                 | 15        | Mar           | 862.00            |                          |
|                 | 16        | Abr           | 975.00            |                          |
|                 | 17        | May           | 982.00            |                          |
|                 | 18        | Jun           | 995.00            |                          |
|                 | 19        | Jul           | 998.00            |                          |
|                 | 20        | Ago           | 978.00            |                          |
|                 | 21        | Set           | 973.00            |                          |
|                 | 22        | Oct           | 831.00            |                          |
|                 | 23        | Nov           | 820.00            |                          |
|                 | 24        | Dic           | 811.00            |                          |
|                 | <b>13</b> | <b>Ene-18</b> | <b>844.46</b>     | <b>0.93</b>              |
|                 | <b>14</b> | <b>Feb</b>    | <b>847.36</b>     | <b>0.94</b>              |
|                 | <b>15</b> | <b>Mar</b>    | <b>858.26</b>     | <b>0.95</b>              |
|                 | <b>16</b> | <b>Abr</b>    | <b>968.11</b>     | <b>1.07</b>              |
|                 | <b>17</b> | <b>May</b>    | <b>975.50</b>     | <b>1.08</b>              |
|                 | <b>18</b> | <b>Jun</b>    | <b>989.37</b>     | <b>1.09</b>              |
|                 | <b>19</b> | <b>Jul</b>    | <b>991.76</b>     | <b>1.10</b>              |
|                 | <b>20</b> | <b>Ago</b>    | <b>972.66</b>     | <b>1.07</b>              |
|                 | <b>21</b> | <b>Set</b>    | <b>971.55</b>     | <b>1.07</b>              |
|                 | <b>22</b> | <b>Oct</b>    | <b>821.60</b>     | <b>0.91</b>              |
|                 | <b>23</b> | <b>Nov</b>    | <b>817.01</b>     | <b>0.90</b>              |
|                 | <b>24</b> | <b>Dic</b>    | <b>803.93</b>     | <b>0.89</b>              |

Fuente. Elaboración propia



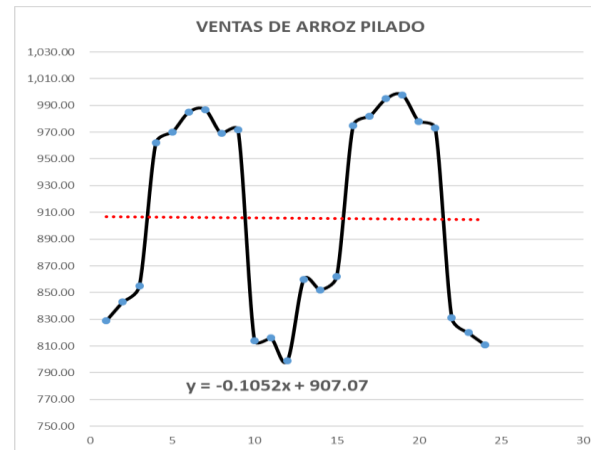


Figura 18. Ecuación de la línea de tendencia

| Saldo  | Ene           | Feb           | Mar           | Abr             | May             | Jun           | Jul           | Ago             | Set             | Oct             | Nov             | Dic             |                  |
|--|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Inventario Inicial   | 42            | -             | -             | -               | -               | -             | -             | -               | -               | -               | -               | -               |                  |
| Producción 2018  | 844           | 847           | 858           | 968             | 975             | 989           | 992           | 973             | 972             | 822             | 817             | 804             | 10,862           |
| Pedidos 2018   | 895           | 865           | 875           | 998             | 996             | 998           | 995           | 992             | 995             | 860             | 885             | 880             | 11,234           |
| Ventas atendidas   | 886           | 847           | 858           | 968             | 975             | 989           | 992           | 973             | 972             | 822             | 817             | 804             | 10,904           |
| 42 Inventario final 2018   | -             | -             | -             | -               | -               | -             | -             | -               | -               | -               | -               | -               | -                |
| Ventas perdidas  | 9             | 18            | 17            | 30              | 21              | 9             | 3             | 19              | 23              | 38              | 68              | 76              | 330              |
| Precio venta/Kg  | S/ 0.78       | S/ 0.78       | S/ 0.79       | S/ 0.81         | S/ 0.82         | S/ 0.82       | S/ 0.85       | S/ 0.88         | S/ 0.90         | S/ 1.15         | S/ 1.22         | S/ 1.32         | 11.12            |
| <b>Márgen bruto (6.8%) de ventas perdidas por saldo negativo</b> | <b>453.19</b> | <b>935.78</b> | <b>899.52</b> | <b>1,646.25</b> | <b>1,143.34</b> | <b>481.04</b> | <b>187.49</b> | <b>1,157.46</b> | <b>1,435.43</b> | <b>3,003.11</b> | <b>5,640.71</b> | <b>6,828.11</b> | <b>23,811.45</b> |

Figura 19. Cálculo del margen bruto perdido después de la mejora

**b. Causa Raíz 2. Fletes mal asignados**

Para la propuesta se aplicó Solver tomando en cuenta los costos y la frecuencia a cada destino, tal como se detalla a continuación.

| De Ciudad de Dios a: | Lima     | Trujillo | Chiclayo | Piura    | Tumbes   | Chimbote | Cajamarca | Capacidad | Frecuencia      |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| Balarezo Transportes | S/ 2,500 | S/ 670   | S/ 535   | S/ 1,100 | S/ 1,780 | S/ 1,340 | S/ 580    | 150       | Interdiario     |
| Cruz de Chalpón      | S/ 2,350 | S/ 610   | S/ 600   | S/ 1,000 | S/ 1,500 | S/ 1,250 | S/ 550    | 102       | c/3 días        |
| Cabita               | S/ 2,200 | S/ 550   | S/ 610   | S/ 950   | S/ 1,450 | S/ 1,300 | S/ 500    | 102       | c/3 días        |
| Escárate Hnos        | S/ 2,400 | S/ 600   | S/ 600   | S/ 900   | S/ 1,500 | S/ 1,200 | S/ 500    | 24        | 2 viajes al mes |
| Jorimars             | S/ 2,600 | S/ 550   | S/ 650   | S/ 1,000 | S/ 1,400 | S/ 1,150 | S/ 510    | 24        | 2 viajes al mes |
| María&Alberto        | S/ 2,300 | S/ 500   | S/ 600   | S/ 950   | S/ 1,600 | S/ 1,300 | S/ 450    | 24        | 2 viajes al mes |
| JJ Cancino           | S/ 2,400 | S/ 500   | S/ 620   | S/ 1,100 | S/ 1,700 | S/ 1,300 | S/ 480    | 24        | 2 viajes al mes |
|                      |          |          |          |          |          |          |           | 450       | 10,876.86       |
| TM/Año               | 4,140    | 2,160    | 1,320    | 870      | 660      | 1,200    | 540       |           | 10,890          |
| Viajes/Año           | 138      | 72       | 44       | 29       | 22       | 40       | 18        |           | 363             |
|                      |          |          |          |          |          |          |           |           | 51.85714286     |

Figura 20. Costo de fletes a destinos varios

| De Ciudad de Dios a: | Lima | Trujillo | Chiclayo | Piura | Tumbes | Chimbote | Cajamarca | Total | Capacidad |
|----------------------|------|----------|----------|-------|--------|----------|-----------|-------|-----------|
| Balarezo Transportes | 88   | 25       | 6        | 16    | 6      | 6        |           | 147.0 | 150       |
| Cruz de Chalpón      | 50   | 20       | 14       |       |        |          | 14        | 98.0  | 102       |
| Cabita               |      |          | 14       |       |        | 34       |           | 48.0  | 102       |
| Escárate Hnos        |      | 10       |          | 11    | 2      |          |           | 23.0  | 24        |
| Jorimars             |      |          | 10       |       |        |          |           | 10.0  | 24        |
| María&Alberto        |      |          |          | 2     | 14     |          |           | 16.0  | 24        |
| JJ Cancino           |      | 17       |          |       |        |          | 4         | 21.0  | 24        |
|                      | 138  | 72       | 44       | 29    | 22     | 40       | 18        |       | 450       |
| Viajes/Año           | 138  | 72       | 44       | 29    | 22     | 40       | 18        |       | 363       |

Figura 21. Asignación de viajes actual

| De Ciudad de Dios a: | Lima       | Trujillo  | Chiclayo | Piura     | Tumbes    | Chimbote  | Cajamarca | Costo Total       |
|----------------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Balarezo Transportes | S/ 220,000 | S/ 16,750 | S/ 3,210 | S/ 17,600 | S/ 10,680 | S/ 8,040  | S/ -      | S/ 276,280        |
| Cruz de Chalpón      | S/ 117,500 | S/ 12,200 | S/ 8,400 | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 7,700  | S/ 145,800        |
| Cabita               | S/ -       | S/ -      | S/ 8,540 | S/ -      | S/ -      | S/ 44,200 | S/ -      | S/ 52,740         |
| Escárate Hnos        | S/ -       | S/ 6,000  | S/ -     | S/ 9,900  | S/ 3,000  | S/ -      | S/ -      | S/ 18,900         |
| Jorimars             | S/ -       | S/ -      | S/ 6,500 | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 6,500          |
| María&Alberto        | S/ -       | S/ -      | S/ -     | S/ 1,900  | S/ 22,400 | S/ -      | S/ -      | S/ 24,300         |
| JJ Cancino           | S/ -       | S/ 8,500  | S/ -     | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 1,920  | S/ 10,420         |
| <b>TOTAL</b>         |            |           |          |           |           |           |           | <b>S/ 534,940</b> |

Figura 22. Costo de asignación actual

| De Ciudad de Dios a: | Lima | Trujillo | Chiclayo | Piura | Tumbes | Chimbote | Cajamarca | Total | Capacidad |
|----------------------|------|----------|----------|-------|--------|----------|-----------|-------|-----------|
| Balarezo Transportes | 0    | 1        | 44       | 0     | 0      | 0        | 18        | 63.0  | 150       |
| Cruz de Chalpón      | 36   | 23       | 0        | 5     | 13     | 25       | 0         | 102.0 | 102       |
| Cabita               | 102  | 0        | 0        | 0     | 0      | 0        | 0         | 102.0 | 102       |
| Escárate Hnos        | 0    | 0        | 0        | 24    | 0      | 0        | 0         | 24.0  | 24        |
| Jorimars             | 0    | 0        | 0        | 0     | 9      | 15       | 0         | 24.0  | 24        |
| María&Alberto        | 0    | 24       | 0        | 0     | 0      | 0        | 0         | 24.0  | 24        |
| JJ Cancino           | 0    | 24       | 0        | 0     | 0      | 0        | 0         | 24.0  | 24        |
|                      | 138  | 72       | 44       | 29    | 22     | 40       | 18        |       | 450       |
| Viajes/Año           | 138  | 72       | 44       | 29    | 22     | 40       | 18        |       | 363       |

Figura 23. Asignación óptima con Solver

| De Ciudad de Dios a: | Lima       | Trujillo  | Chiclayo  | Piura     | Tumbes    | Chimbote  | Cajamarca | Costo      |
|----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Balarezo Transportes | S/ -       | S/ 670    | S/ 23,540 | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 10,440 | S/ 34,650  |
| Cruz de Chalpón      | S/ 84,600  | S/ 14,030 | S/ -      | S/ 5,000  | S/ 19,863 | S/ 30,948 | S/ -      | S/ 154,440 |
| Cabita               | S/ 224,400 | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 224,400 |
| Escárate Hnos        | S/ -       | S/ -      | S/ -      | S/ 21,600 | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 21,600  |
| Jorimars             | S/ -       | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 12,262 | S/ 17,528 | S/ -      | S/ 29,790  |
| María&Alberto        | S/ -       | S/ 12,000 | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 12,000  |
| JJ Cancino           | S/ -       | S/ 12,000 | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ -      | S/ 12,000  |
| Total                |            |           |           |           |           |           |           | S/ 488,880 |

Figura 24. Costo de la asignación óptima de fletes

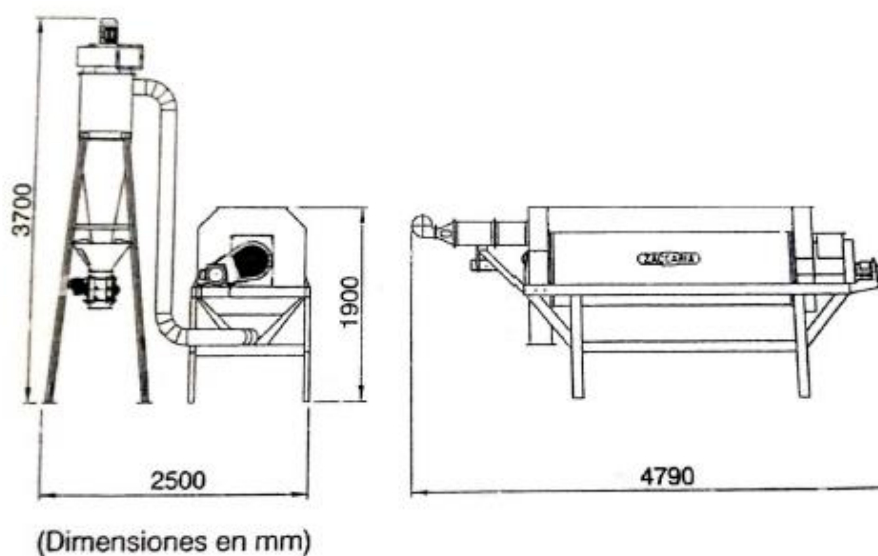
**c. Causa Raíz 3. Falta de control de procesos**

El secado es una de las fases más delicadas del proceso de producción. De esta etapa depende, en gran parte, el buen resultado y calidad del arroz pilado, más que nada en lo que respecta al porcentaje de quebrado.

Es por ello, que se propone implementar una máquina de secado: Secador Rotativo Continuo - SRCZ-1, la cual reducirá el cuello de botella para atender una producción más ajustada. A continuación, se muestra la máquina de secado para el proceso de pilado de arroz:



*Figura 25. Secador Rotativo Continuo SRCZ-1*



*Figura 26. Dimensiones de la Secador Rotativo Continuo - SRCZ-1*

El proceso de secado se fundamenta en el pasaje de aire caliente en contra flujo con el producto. Para que esto ocurra, el germen entra en la cámara rotativa, permaneciendo en proceso de agitación por algunos minutos, tiempo necesario para la pérdida excesiva de humedad.

#### d. Causa Raíz 4. Deficiente control de empaque

Debido a que hay un sobrepeso en los sacos de 50 kilos, se propone adquirir un software para el control, monitoreo y análisis de la calidad de peso al igual que una PC de trabajo pesado para la visualización de las gráficas de control.

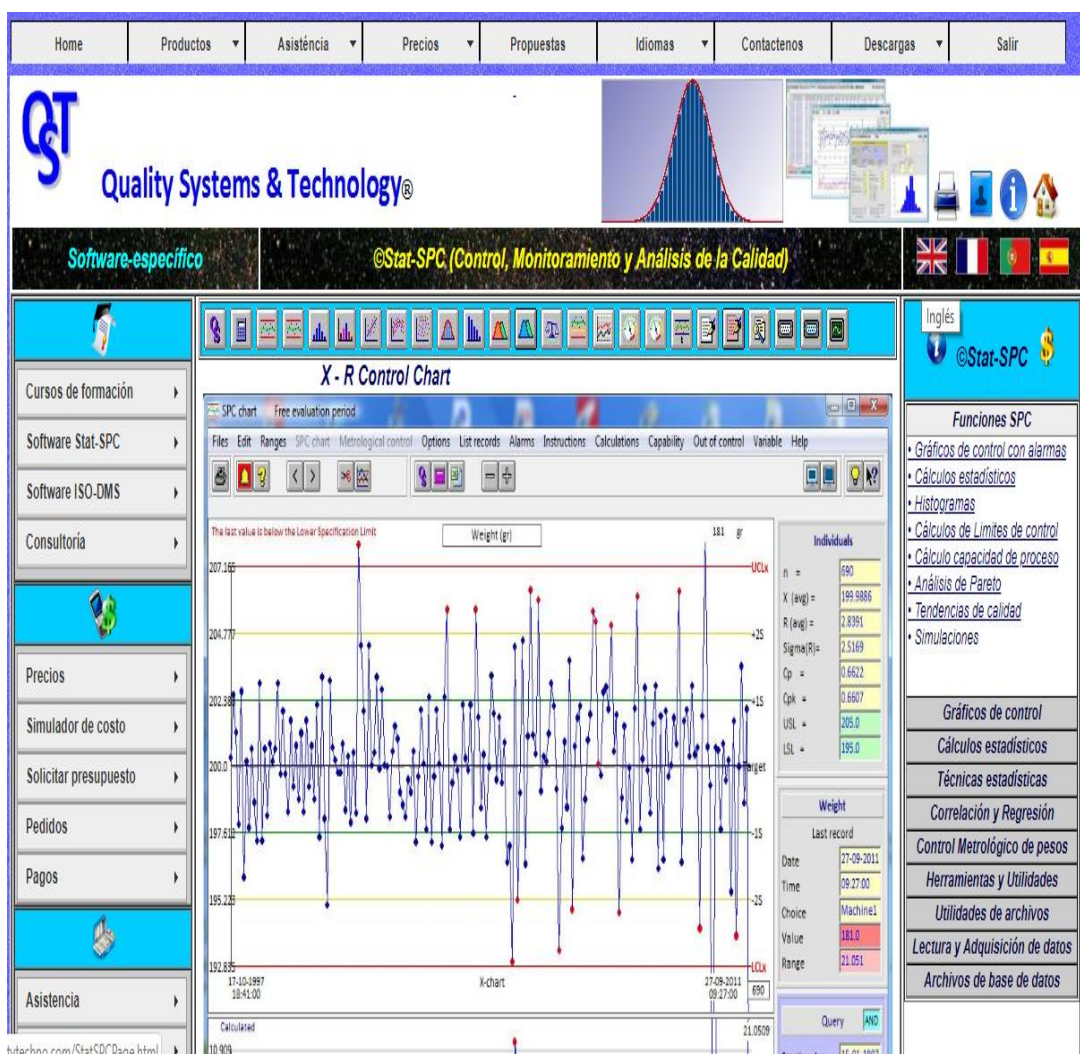


Figura 27. Software de control y monitoreo de la calidad

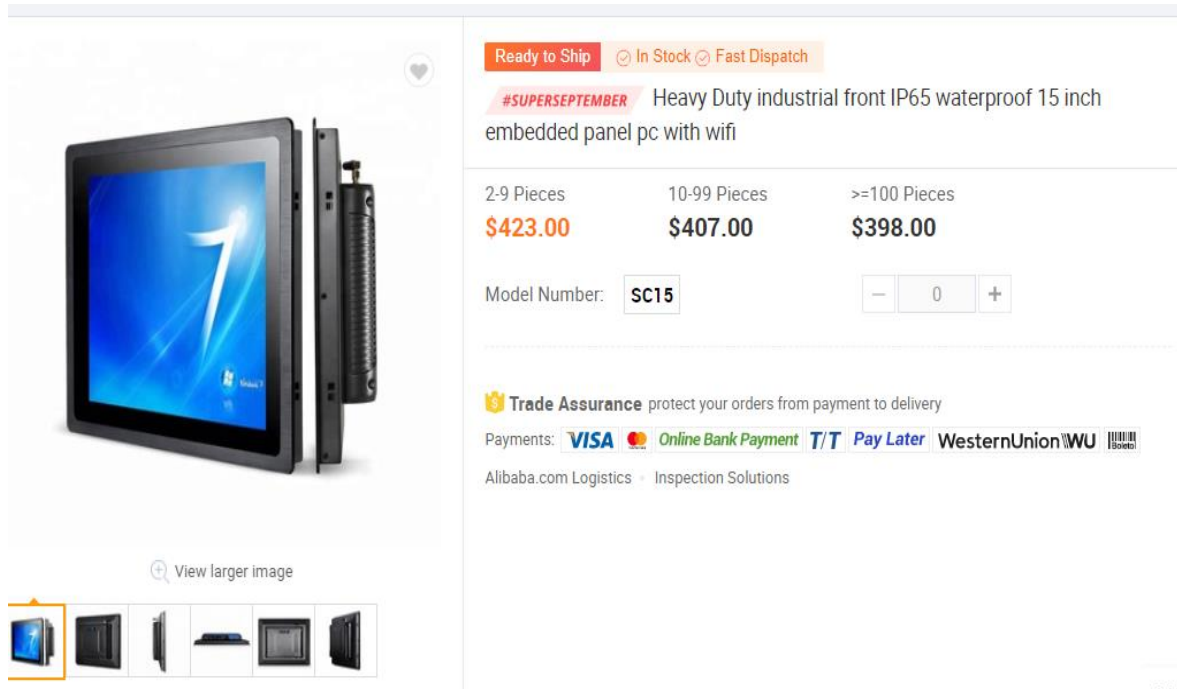


Figura 28. PC para el trabajo pesado

### e. Causa Raíz 5. Balance inapropiado de línea

Con el objetivo de mantener una producción equilibrada, disminuir el tiempo de ciclo, el cuello de botella, se propone realizar un balance de línea.

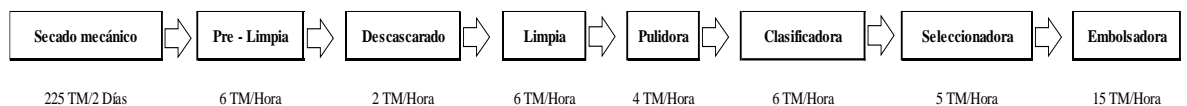


Figura 29. Capacidad de cada máquina

Tabla 14. Balance de línea

|                       | Tiempo Std<br>(Hr/TM) | Ip<br>(TM/Hora) | Máquinas requeridas | Máquinas<br>actuales |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| <b>Pre-Limpia</b>     | 0.1667                | 5.00            | 0.8333              | 1                    |
| <b>Descascarado</b>   | 0.5714                | 5.00            | 2.8571              | 1                    |
| <b>Limpia</b>         | 0.1667                | 5.00            | 0.8333              | 1                    |
| <b>Pulidora</b>       | 0.2000                | 5.00            | 1.0000              | 1                    |
| <b>Clasificadora</b>  | 0.1667                | 5.00            | 0.8333              | 1                    |
| <b>Seleccionadora</b> | 0.2000                | 5.00            | 1.0000              | 1                    |
| <b>Embolsadora</b>    | 0.0667                | 5.00            | 0.3333              | 1                    |

Fuente. Elaboración propia

### 3.3. Resultados de la aplicación de mejora

#### a. Causa Raíz 1. Planeamiento deficiente de materia prima

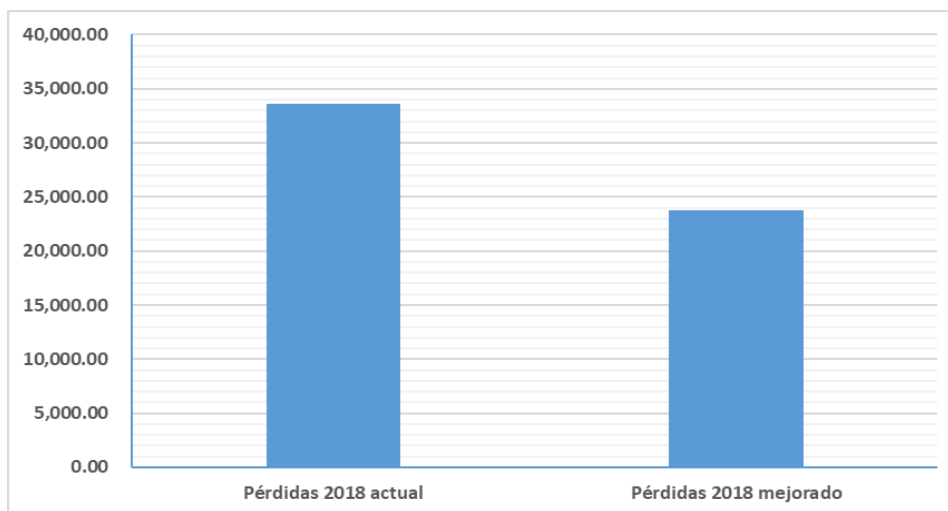


Figura 30. Pérdida de margen bruto 2018 actual vs mejorado

El gráfico muestra que, si la empresa Molino El Comanche S.R.L. hubiese realizado un pronóstico estacional, tomando como referencia su data histórica, tendría una ganancia bruta adicional de S/ 9,808.43, es decir se podría haber evitado una pérdida del 29%.

#### b. Causa Raíz 2. Fletes mal asignados

Debido a la optimización en la asignación de fletes, utilizando Solver, se pudo disminuir los costos en un 9%, es decir en S/46,060.

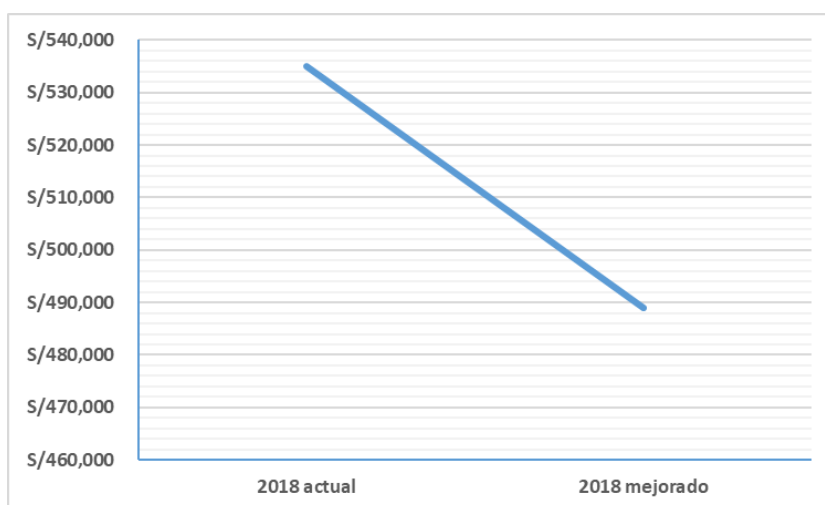


Figura 31. Costo de fletes 2018 vs 2018 mejorado



**c. Causa Raíz 3. Falta de control de procesos**

Para poder obtener el nuevo tiempo de ciclo del Secador Rotativo Continuo - SRCZ-1, lo primero que se hizo fue revisar la Figura N°27 en la cual están presenten los miembros Socios del APEMA de Lambayeque, esta información nos permitirá ver todos los molinos de la región y así poder identificar qué molino utiliza la marca ZACCARIA en su sistema de producción y cuál es su capacidad.

|    | <b>Razón Social</b>   | <b>Región</b> |
|----|---|---------------|
| 1  | Industria Arroceras de America SAC                          | Lambayeque    |
| 2  | Molinera Sudamerica SAC                                     | Lambayeque    |
| 3  | Compañía Arroceras del Pacifico SRL                         | Lambayeque    |
| 4  | Molinera del Centro SRL                                     | Lambayeque    |
| 5  | Molino San Fernando SRL                                     | Lambayeque    |
| 6  | Molino los Angeles SRL                                      | Lambayeque    |
| 7  | G&B Molinos SAC - El Pirata                                 | Lambayeque    |
| 8  | Molino Escaly SRL   | Lambayeque    |
| 9  | Molineras Grupo RAM SAC                                     | Lambayeque    |
| 10 | Comercial Molinera San Luis SAC                             | Lambayeque    |
| 11 | Molino San Nicolas SRL                                      | Lambayeque    |
| 12 | Molino Las Delicias EIRL                                    | Lambayeque    |
| 13 | Comercializadora Campos Meza SAC                            | Lambayeque    |
| 14 | Servicio Agrícola Latino SAC                                | Lambayeque    |
| 15 | Molino Chiclayo SAC   | Lambayeque    |
| 16 | Piladora Nuevo Horizonte SAC                                | Lambayeque    |
| 17 | Molino's Cristo Morado SAC                                  | Lambayeque    |
| 18 | Molinera Santa Lila S.A                                     | Lambayeque    |
| 19 | Agroindustrias San Francisco SAC                            | Lambayeque    |
| 20 | Mol's Cop. Lambayecanas de Producción Agroindustriales EIRL | Lambayeque    |
| 21 | Molino Sol de Oro   | Lambayeque    |
| 22 | Molino El Lirio SAC   | Lambayeque    |
| 23 | Molino San Miguel   | Lambayeque    |
| 24 | Piladora San Miguel SCRL                                    | Lambayeque    |
| 25 | Molinera Tropical del Norte SRL                             | Lambayeque    |
| 26 | Piladora de Arroz San Martin SAC                            | Lambayeque    |
| 27 | Molino Don Julio SAC  | Lambayeque    |
| 28 | Chequen SRL   | Lambayeque    |

*Figura 32. Socios APEMA de Lambayeque*

Fuente. APEMA 2014

En la Asociación Nacional de Molineros de Arroz (APEMA), está compuesto por el Consejo Directivo cuyo Gerente es el Sr. Richard Daniel Vásquez Vásquez, quien a través de una entrevista personal que tuvo como finalidad saber qué empresas cuentan con la maquinaria de marca ZACCARIAS y saber si alguna de estas tienen implementado la máquina Secador Rotativo Continuo - SRCZ-1; entre los datos obtenidos se ha podido conseguir la información de qué molino, dentro del APEMA, utiliza la marca ZACCARIAS para su proceso productivo. En la cual, al revisar su base de datos, encontró que existen 4 empresas que utilizan la marca ZACCARIAS, estas son (Ver Figura N°28):

| RAZON SOCIAL  | MARCA    | REGIÓN     | CAPACIDAD (Sacos/hora) |
|---|----------|------------|------------------------|
| Piladora Nuevo Horizonte SAC                                | ZACCARIA | Lambayeque | 75                     |
| Mol's Cop. Lambayecanas de Producción Agroindustriales EIRL | ZACCARIA | Lambayeque | 65                     |
| Molino's Cristo Morado SAC                                  | ZACCARIA | Lambayeque | 70                     |
| Molino Latino S.A.C   | ZACCARIA | Lambayeque | 75                     |

*Figura 33.* Molinos que utilizan marca ZACCARIAS

Por lo que su capacidad de procesamiento aumenta a 75 sacos por hora, al reducirse el cuello de botella por contar con una máquina que reemplace el secado artesanal, obteniendo un beneficio de S/ 104,248.

Asimismo, se hubiese evitado el impacto por pérdida de peso, relacionado con el porcentaje de humedad, eliminando la pérdida de S/4,080 por humedad del lote y por consiguiente, pérdida de peso.

Tabla 15. *Impacto en la utilidad en el año 2018 mejorado*

| Lote             | Fecha      | TM  | Humedad       | Humedad  | Perjuicio | Valor<br>venta | Márgen | Impacto<br>por<br>pérdida<br>de peso<br>(Soles) | Impacto<br>por<br>menor<br>valor<br>venta<br>(Soles) |                |
|------------------|------------|-----|---------------|----------|-----------|----------------|--------|---|--|----------------|
|                  |            |     | del lote<br>% | Std<br>% | %         |                |        |   |  | TM             |
| <b>Lote 0009</b> | 02/01/2018 | 182 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 780    | 6.80%   | -  | 9,171          |
| <b>Lote 0017</b> | 15/01/2018 | 196 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 780    | 6.80%   | -  | 9,876          |
| <b>Lote 0018</b> | 16/01/2018 | 116 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 780    | 6.80%   | -  | 5,845          |
| <b>Lote 0027</b> | 17/02/2018 | 193 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 780    | 6.80%   | -  | 9,725          |
| <b>Lote 0039</b> | 18/03/2018 | 81  | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 790    | 6.80%   | -  | 4,134          |
| <b>Lote 0044</b> | 19/04/2018 | 196 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 810    | 6.80%   | -  | 10,256         |
| <b>Lote 0111</b> | 20/05/2018 | 168 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 820    | 6.80%   | -  | 8,899          |
| <b>Lote 0116</b> | 24/05/2018 | 180 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 820    | 6.80%   | -  | 9,535          |
| <b>Lote 0121</b> | 30/05/2018 | 201 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 820    | 6.80%   | -  | 10,647         |
| <b>Lote 0131</b> | 05/06/2018 | 162 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 820    | 6.80%   | -  | 8,581          |
| <b>Lote 0142</b> | 14/06/2018 | 155 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 820    | 6.80%   | -  | 8,211          |
| <b>Lote 0150</b> | 30/06/2018 | 210 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 820    | 6.80%   | -  | 11,124         |
| <b>Lote 0161</b> | 07/07/2018 | 95  | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 850    | 6.80%   | -  | 5,216          |
| <b>Lote 0182</b> | 02/08/2018 | 198 | 13.0%         | 13%      | 0.0%      | -              | 880    | 6.80%   | -  | 11,256         |
| <b>Lote 0196</b> | 01/09/2018 | 214 | 13.0%         | 13%      | 0.000%    | -              | 900    | 6.80%   | -  | 12,442         |
|                  |            |     |               |          |           |                |        |   | <b>S/.</b>   | <b>S/.</b>     |
|                  |            |     |               |          |           |                |        |   | <b>-</b>   | <b>134,918</b> |

Fuente. Elaboración propia

#### **d. Causa Raíz 4. Deficiente control de empaque**

Se observa que hay una pérdida debido al sobrepeso presente en los sacos de arroz, por lo que se implementa el uso de un software para el control, monitoreo y análisis de la calidad de peso al igual que una PC de trabajo pesado para la visualización de las gráficas de control. Evitando así la pérdida de S/2,785; como se detalla a continuación.

Tabla 16. *Pérdida actual por sobrepeso*

| Fecha      | Destino   | Peso<br>neto std<br>(Kilos) | Peso<br>neto<br>real<br>(Kilos) | Sobrepeso<br>(Kilos) | Valor<br>venta<br>(Soles) | Márgen<br>(%) | Pérdida<br>(Soles) |
|------------|-----------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------|--------------------|
| 23/01/2018 | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.78                      | 6.8%          | -                  |
| 28/01/2018 | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.78                      | 6.8%          | -                  |
| 30/01/2018 | Chimbote  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.78                      | 6.8%          | -                  |
| 9/02/2018  | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.78                      | 6.8%          | -                  |
| 20/02/2018 | Trujillo  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.78                      | 6.8%          | -                  |
| 11/03/2018 | Cajamarca | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.79                      | 6.8%          | -                  |
| 21/03/2018 | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.79                      | 6.8%          | -                  |
| 29/03/2018 | Chiclayo  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.79                      | 6.8%          | -                  |
| 4/04/2018  | Tumbes    | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.81                      | 6.8%          | -                  |
| 3/05/2018  | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.82                      | 6.8%          | -                  |
| 8/06/2018  | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.82                      | 6.8%          | -                  |
| 28/06/2018 | Piura     | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.82                      | 6.8%          | -                  |
| 15/07/2018 | Chiclayo  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.85                      | 6.8%          | -                  |
| 26/07/2018 | Trujillo  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.85                      | 6.8%          | -                  |
| 3/08/2018  | Cajamarca | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.88                      | 6.8%          | -                  |
| 22/08/2018 | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.88                      | 6.8%          | -                  |
| 29/08/2018 | Chiclayo  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.88                      | 6.8%          | -                  |
| 11/09/2018 | Tumbes    | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 0.90                      | 6.8%          | -                  |
| 13/10/2018 | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 1.15                      | 6.8%          | -                  |
| 21/10/2018 | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 1.15                      | 6.8%          | -                  |
| 25/10/2018 | Lima      | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 1.15                      | 6.8%          | -                  |
| 14/11/2018 | Trujillo  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 1.22                      | 6.8%          | -                  |
| 7/12/2018  | Trujillo  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 1.32                      | 6.8%          | -                  |
| 7/12/2018  | Chimbote  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 1.32                      | 6.8%          | -                  |
| 14/12/2018 | Chimbote  | 30,000                      | 30,000                          | -                    | 1.32                      | 6.8%          | -                  |
|            |           | 750,000                     |                                 | -                    |                           | <b>Total</b>  | <b>S/. -</b>       |

Fuente. Elaboración propia

#### e. Causa Raíz 5. Balance inapropiado de línea

Debido a la aplicación del balance de línea se pudo identificar que se necesitan 3 máquinas en el área de descascarado, a diferencia de 1, pues así el cuello de botella va a disminuir y se podrá cumplir con el programa de producción.

### 3.4. Resultados del análisis financiero

#### FLUJO DE CAJA DE LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA PROBLEMÁTICA DE MOLINO EL COMANCHE

|                                      | 1                 | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             | 10            | 11            | 12            | Total          |               |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
|                                      | Ene               | Feb           | Mar           | Abr           | May           | Jun           | Jul           | Ago           | Set           | Oct           | Nov           | Dic           |                |               |
| <b>Inversión</b>                     |                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Laptop (2)                           | -                 | 6,500         |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Software control peso                | -                 | 35,000        |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Balanza electrónica soporte software | -                 | 48,145        |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| <b>Total inversión</b>               | -                 | <b>89,645</b> |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| <b>Ingresos</b>                      |                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Reducción de ventas perdidas         | 2,241             | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 2,241         | 26,895         |               |
| Mejor asignación de fletes           | 3,838             | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 3,838         | 46,060         |               |
| Mejor control de procesos            | 8,687             | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 8,687         | 104,248        |               |
| Mejor control de empaque             | 170               | 170           | 170           | 170           | 170           | 170           | 170           | 170           | 170           | 170           | 170           | 170           | 2,039          |               |
| Mejor balance de línea               | 1,777             | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 1,777         | 21,321         |               |
| <b>Total ingresos</b>                | <b>16,714</b>     | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>16,714</b> | <b>200,564</b> |               |
| <b>Total ingresos actualizados</b>   | <b>16,433</b>     | <b>16,157</b> | <b>15,886</b> | <b>15,619</b> | <b>15,356</b> | <b>15,098</b> | <b>14,845</b> | <b>14,595</b> | <b>14,350</b> | <b>14,109</b> | <b>13,872</b> | <b>13,639</b> | <b>179,960</b> |               |
| <b>Egresos</b>                       |                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Capacitación en MRP                  |                   |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Capacitación en pronósticos          | -                 | 3,000         | -             | 3,000         |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Capacitación en gestión de almacén   |                   |               | -             | 6,500         |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Capacitación en instrumentación      |                   |               |               | -             | 3,500         |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Capacitación en Buenas prácticas     |                   |               |               |               | -             | 3,500         |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Capacitación software control peso   | -                 | 5,000         | -             | 5,000         |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| <b>Total egresos</b>                 | -                 | <b>8,000</b>  | -             | <b>8,000</b>  | -             | <b>6,500</b>  | -             | <b>3,500</b>  | -             | <b>3,500</b>  | -             | -             | -              | <b>29,500</b> |
| <b>Total egresos actualizados</b>    | -                 | <b>7,866</b>  | -             | <b>7,734</b>  | -             | <b>6,178</b>  | -             | <b>3,271</b>  | -             | <b>3,216</b>  | -             | -             | -              | <b>28,264</b> |
| <b>Utilidad bruta</b>                | 8,714             | 8,714         | 10,214        | 13,214        | 13,214        | 16,714        | 16,714        | 16,714        | 16,714        | 16,714        | 16,714        | 16,714        | 171,064        |               |
| Impuesto a la renta                  | -                 | 2,614         | -             | 2,614         | -             | 3,064         | -             | 3,964         | -             | 3,964         | -             | 5,014         | -              | 51,319        |
| Utilidad después de impuestos        | 6,100             | 6,100         | 7,150         | 9,250         | 9,250         | 11,700        | 11,700        | 11,700        | 11,700        | 11,700        | 11,700        | 11,700        | 119,745        |               |
| <b>Flujo actualizado</b>             | -                 | <b>89,645</b> | 5,997         | 5,896         | 6,795         | 8,644         | 8,498         | 10,569        | 10,391        | 10,217        | 10,045        | 9,877         | 9,711          | 9,548         |
| <b>VAN</b>                           | <b>S/. 16,543</b> |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| <b>TIR</b>                           | <b>50.95%</b>     |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Tasa impositiva BCP de               | 20.50%            | Annual        |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Capital de trabajo                   | 1.71%             | Mensual       |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| <b>R B/C</b>                         | <b>1.53</b>       |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |

Figura 34. Flujo de caja del proyecto de mejora

Tabla 17. *Estado de resultados actual vs mejorado*

|   | <b>Actual</b> |              | <b>Mejorado</b> |               |
|---|---------------|--------------|-----------------|---------------|
| <b>Ventas netas (VN)</b>                          | S/            | 9,367,695.00 | S/              | 10,681,977.58 |
| <b>Ingresos diversos</b>                          |               |              |                 |               |
| <b>Costo de ventas (CV)</b>                       | -S/           | 8,771,250.00 | S/              | 10,001,851.66 |
| <b>Beneficio del proyecto</b>                     |               |              |                 |               |
| <b>Utilidad bruta</b>                             | S/            | 596,445.00   | S/              | 680,125.91    |
| <b>Gastos administrativos</b>                     |               |              |                 |               |
| <b>Alquiler local</b>                             | -S/           | 150,000.00   | -S/             | 150,000.00    |
| <b>Servicios</b>                                  | -S/           | 80,400.00    | -S/             | 80,400.00     |
| <b>Utilidad operativa</b>                         | -S/           | 13,000.00    | -S/             | 13,000.00     |
| <b>Utilidad operativa</b>                         | S/            | 353,045.00   | S/              | 436,725.91    |
| <b>Cargas excepcionales</b>                       |               |              |                 |               |
| <b>Cargas excepcionales</b>                       | S/            | -            |                 |               |
| <b>Gastos financieros</b>                         | S/            | -            | -S/             | 18,377.26     |
| <b>Utilidad ante de participación e impuestos</b> |               |              |                 |               |
| <b>Utilidad ante de participación e impuestos</b> | S/            | 353,045.00   | S/              | 418,348.65    |
| <b>Impuesto a la renta</b>                        | -S/           | 105,913.50   | -S/             | 125,504.60    |
| <b>Utilidad neta</b>                              | S/            | 247,131.50   | S/              | 292,844.06    |
| <b>Reserva</b>                                    |               |              |                 |               |
| <b>Resultado del ejercicio</b>                    | S/            | 247,131.50   | S/              | 292,844.06    |
| <b>Rentabilidad sobre ventas</b>                  |               |              |                 |               |
|   |               | 2.64%        |                 | 2.74%         |

Fuente. Elaboración propia

La rentabilidad de la empresa Molino El Comanche S.R.L. se incrementa en un 3.92%

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- Debido a que la empresa Molino El Comanche S.R.L. perdió ventas por rotura de inventarios, al tener un planeamiento deficiente, se realizó un pronóstico estacional, tomando como referencia su data histórica, obteniendo una ganancia bruta adicional de S/ 9,808.43, es decir se podría haber evitado una pérdida del 29%, esto debido a que se realiza un pronóstico con referencia a años anteriores y no al azar. Pues tal como manifiesta La Portilla, M. (2015) en su propuesta de mejora en el molino Chepén S.A.C. concluyó que la planificación del proceso productivo de arroz incide favorablemente en la producción, comercialización y rentabilidad en el Molino Chepén S.A.C., al estar relacionada con la capacidad de respuesta de los consumidores para obtener el crecimiento y desarrollo para una mejor calidad de vida.
- Asimismo, en el año anterior se asignaron los fletes aleatoriamente, de manera empírica, sin llevar a cabo una optimización en la asignación de los mismos, originando que se incurra en un costo total de S/534,940 monto que hubiese disminuido en un 9%, es decir a S/46,060, si se hubiese utilizado Solver para la correcta asignación y optimización de fletes de la empresa Molino El Comanche S.R.L. Por lo tanto, la no aplicación de herramientas de ingeniería industrial incurre en una disminución de rentabilidad para las empresas, lo cual también afirma Guerrero, E. (2016) en su propuesta de mejora de operaciones en el molino de arroz Puro Norte S.A.C para reducir los niveles de desperdicios y demoras en la producción, utilizando las herramientas de matriz de riesgo, balance de materiales, estudio de tiempos, filosofía 5'S, mantenimiento de maquinaria, análisis ergonómico de los

trabajadores, diseño de puestos de trabajo y programa de capacitación, concluyendo que con la aplicación de herramientas de ingeniería industrial se reducen los niveles de desperdicios, demoras y se logra un incremento en su productividad.

- El secado es una de las fases más delicadas del proceso de producción; de esta etapa depende, en gran parte, el buen resultado y calidad del arroz pilado, más que nada en lo que respecta al porcentaje de quebrado. Por ello, respecto a la falta de control de procesos, ocasionado por la pérdida de peso por menor humedad, relacionado directamente con el secado, se propone la compra de una máquina de secado: Secador Rotativo Continuo - SRCZ-1, la cual reducirá el porcentaje de humedad para una producción más ajustada y originará un beneficio de S/104,248. Un trabajo similar fue el de Reaño, R. (2015) en su propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C., quien luego de haber identificado las actividades que limitan la productividad, propuso e implementó un nuevo método que implica adquirir nueva tecnología, comprando una máquina de secado: Secador Rotativo Continuo – SRCZ-1, con la cual, al evaluar la productividad, tanto la actual como la mejorada, obtuvo un incremento del 59,95%, implicando que la productividad incrementó de S/ 17, 53 kg/h a S/. 28,04 kg/h, cubriendo la necesidad del área mercadeo y produciendo 6 500 kg/h con una eficiencia de 96,15 %.
- Se observa que hay una pérdida debido al sobrepeso presente en los sacos de arroz de 50 kg., por lo que se propone implementar el uso de un software para el control, monitoreo y análisis de la calidad de peso al igual que una PC de trabajo pesado para la visualización de las gráficas de control. Evitando así la



pérdida de S/2,785 y un deficiente control de empaque, el cual es esencial cuando se busca la mejora continua, la estandarización de procesos y aspirar a un nivel de calidad 6 sigma, tal como lo afirman Loubes, M. & Tolaba, M. (2015) quienes en un molino planetario, utilizando un método de análisis de imágenes que permite evaluar el porcentaje de grano quebrado sobre la base de la cuantificación de las variaciones del área proyectada del grano quebrado respecto del grano entero, concluyeron que en relación al método tradicional, el análisis digital de imágenes presenta algunas ventajas significativas, al evitar la etapa de separación de granos quebrados y enteros, la cual requiere menor tiempo de proceso y proporciona la distribución de tamaño de los granos en la muestra analizada.

- Por último, con el objetivo de mantener una producción equilibrada, disminuir el tiempo de ciclo y el cuello de botella, se propone realizar un balance de línea, con el cual se pudo identificar que se necesitan 3 máquinas en el área de descascarado, a diferencia de 1, pues así el cuello de botella va a disminuir y se podrá cumplir con el programa de producción, incurriendo en un beneficio de S/21,321. Pues, tal como expresa Mattos, A. y Siccha, B. (2016) en su propuesta de mejora para reducir los costos operativos en la empresa Molino Samán S.R.L.” utilizando las herramientas de Lean Manufacturing y de ingeniería industrial concluye que se logró eliminar o disminuir actividades que no generaban valor alguno para la empresa ocasionando una gran insatisfacción en el cliente. Asimismo, implementando dichas mejoras, se logró un ahorro total de costos operativos de S/ 56 601,56 con una mejora del 54,57% sobre los costos de la empresa.

## 4.2 Conclusiones

- Con la propuesta de mejora, al aplicar herramientas de ingeniería industrial, tanto en el área de producción como en el área de calidad, se logró incrementar la rentabilidad de la empresa Molino El Comanche S.R.L en un 3.92%, donde la utilidad neta del año 2018 fue de S/247,131.50 y del propuesto fue de S/292,844.06
- Se realizó un análisis de la situación actual del área de producción y calidad del Molino El Comanche S.R.L, identificando 5 causas que se presentan en las áreas de producción y calidad de pilado de arroz, siendo estas el planeamiento deficiente de materia prima con un costo de S/33,619; la incorrecta asignación de fletes, con un costo de S/534,940; la falta de control de procesos, con un costo de S/104,248, el deficiente control de empaques, con un costo de S/2,785 y por último, un balance de línea inapropiado con un costo de S/30,024.
- Se han propuesto herramientas de Ingeniería Industrial para la solución de las causas identificadas en el área de producción y calidad del Molino El Comanche S.R.L, tales como gestión táctica de operaciones, investigación operativa, control estadístico y balance de línea, obteniendo un beneficio de S/26,895 por la aplicación de un pronóstico estacional para la CR1, de S/46,060 por la optimización mediante Solver para la CR2, de S/104,248 por la compra de una secadora de cereales para la CR3, de S/2,039 por adquirir un software para el control de peso junto con una balanza electrónica y por último, un beneficio de S/21,321 al capacitar en BPM a la molinería y aplicar un balance de línea.

- Se evaluó la viabilidad económica financiera del impacto producido por la aplicación de la propuesta de mejora en el área de producción y calidad del Molino El Comanche S.R.L con un VAN de S/16,543 y un TIR de 50.95%

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS

- Bru, J. M., Escoto, R. P., & Sabater, J. P. G. (2004). Aplicaciones de la Teoría de los Conjuntos Difusos en la Planificación de la Producción: Un Estudio de la Literatura. In *VIII Congreso de Ingeniería de Organización* (pp. 101-110).
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. Pearson educación.
- Marin, J., Garcia, J., & Gómez, O. (2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. *Scientia et technica*, 18(4), 743-747.
- Meigs & Meigs. (1998). *Contabilidad. La Base para la Toma de Decisiones Gerenciales*. McGraw – Hill. Décima edición. México.
- Ramírez, D. (1997). *Contabilidad Administrativa*. McgrawHill. México.
- Montgomery, D. (2001). *Introduction to statistical quality control*. 4th Edition. USA:. John Wiley & Sons, Inc., Arizona State University.
- González, J. M. (2012). *Introducción a la gestión de calidad*. Delta Publicaciones.
- Miranda, F. (2007): *Introducción a la Gestión de la Calidad*. Publicaciones Universitarias Delta. Primera Edición. Universidad de Extremadura. España.
- González, J. M. (2012). *Introducción a la gestión de calidad*. Delta Publicaciones.
- *Manual de Calidad de Juran*, 5ta. Ed., Madrid, Mcgraw-Hill, 2001, ISBN 9788448130060.
- Feigenbaum, A. (2001), *Total Quality Control*, 4ta. ed., México D. F., McGraw-Hill, 2001, ISBN 9708300659

- Cintas, P. G., & Llabres, J. T. M. (1995). Técnicas para la gestión de la calidad. Ediciones Díaz de Santos.
- James, P (1997). “Gestión de la Calidad Total: un texto introductorio”. Madrid: Prentice Hall.

## TESIS Y ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

- Loubes, M & Tolaba, M. (2015). *Molienda seca y húmeda de arroz en molino planetario. Cinética de la molienda, efecto de las condiciones de molienda en las propiedades funcionales de la harina y del almidón y diseño de mezclas para pastas sin gluten.* (Tesis de Doctor). Universidad de Buenos Aires, Argentina
- Guerrero, E. (2016). Propuesta de mejora de operaciones en el molino de arroz Puro Norte S.A.C para reducir los niveles de desperdicios y demoras en la producción (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Reaño, R. (2015). *Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el molino Latino S.A.C.* (Tesis de Grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Mattos, A. & Siccha, B. (2016). *Propuesta de mejora en las áreas de calidad y logística mediante el uso de herramientas lean manufacturing para reducir los costos operativos en la empresa Molino Samán SRL.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- La Portilla, M. (2015). *Planificación del proceso productivo del arroz y su incidencia en la producción, comercialización y rentabilidad en el molino Chepén S.A.C.- 2014.* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

- Hernández, M., Chávez, T., & Miguel, C. (2015). Mejora del modelo de la demanda en el canal masivo de una empresa de empaques.
- Carruitero, P. B. (2011). *Estacionalidad de la demanda de turismo en Argentina* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Económicas).
- Cuevas, F. (1992). *Arroz en América Latina: mejoramiento, manejo y comercialización, memorias de la VIII Conferencia Internacional de Arroz para América Latina y el Caribe, Villahermosa, Tabasco, México, noviembre 10-16, 1991* (223). Ciat.
- Morillo, M. (2001). Rentabilidad financiera y reducción de costos. *Actualidad contable FACES*, 4(4), 35-48.
- Cubillos Rodríguez, M. C., & Rozo Rodríguez, D. (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. *Revista de la Universidad de la Salle*, 2009(48), 80-99.
- FAO. (2018). Seguimiento del mercado del Arroz. 09/09/2019, de Fao Sitio web: <http://www.fao.org/economic/est/publicaciones/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/>
- Franquet, J & Borrás, C. (2004). *Economía del arroz: variedades y mejora*. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/1f.htm>
- InfoArroz (2017). *Informativo mensual del mercado mundial del arroz*. Recuperado de [http://www.infoarroz.org/porta1/uploadfiles/20170609114523\\_15\\_ia0517es.pdf](http://www.infoarroz.org/porta1/uploadfiles/20170609114523_15_ia0517es.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Riego (2016). *Evolución de producción y precios de arroz*. Recuperado de <https://www.minagri.gob.pe/porta1/evolucion->

precios-mayoristas/evol-precios-2016?download=9716:evolucion-de-precios-  
de-arroz-agosto-2016

- Ministerio de Agricultura (2010). *Arroz en el Perú*. Recuperado de [http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/encarte\\_arroz\\_modificada.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/encarte_arroz_modificada.pdf)
- UnDiario (2017). *Según Reporte de Agricultura en La Libertad hay 3000 hectáreas de cultivo afectadas*. Recuperado de <https://undiario.pe/2017/03/22/segun-reporte-de-agricultura-en-la-libertad-hay-3-000-hectareas-de-cultivo-afectadas>
- Lillo, D. L. J. (2011). Análisis y pronósticos de demanda para telefonía móvil (Doctoral dissertation, Universidad de Santiago de Chile).
- Gestiondecalidadtotal.com. (2020). *Casa De La Calidad O Función De Despliegue De La Calidad (QFD) - Herramienta Del Diseño Para La Calidad*. Recuperado de [https://www.gestiondecalidadtotal.com/casa\\_de\\_la\\_calidad.html](https://www.gestiondecalidadtotal.com/casa_de_la_calidad.html)
- Bravo, L. E. C., & Granados, W. A. *Diseño de un dispositivo para la movilidad de personas con discapacidad motriz usando el método función de calidad design of a mobility device for disabled people using the method of quality function deployment*.
- Salazar, B (2019). El balance en línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción. Recuperado de <https://www.ingenieríaindustrialonline.com>
- Cuesta, Y (2019). Solver en Excel. Recuperado <https://www.aboutspanol.com/solver-en-excel-1791023>

## ANEXOS

### ANEXO N°01. Recepción de Arroz Cáscara



### ANEXO N°02. Tolva





### **ANEXO N°03. Pre- Limpieza**



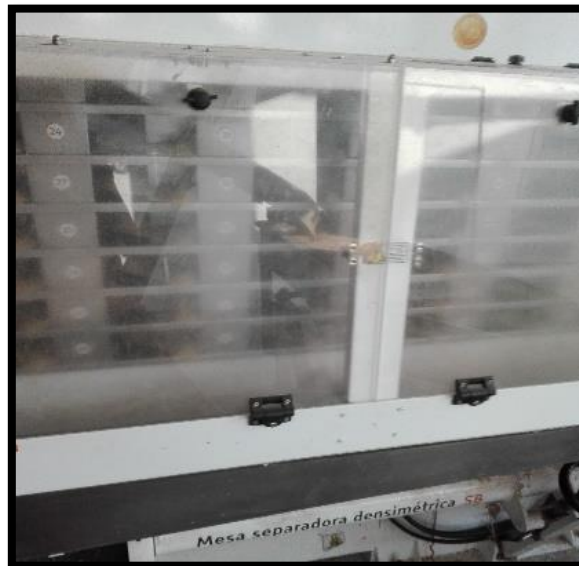
### **ANEXO N°04. Descascarado**



### **ANEXO N°05. Pulidora de arroz**



### **ANEXO N°06. Separador por Mesa Paddy**



### **ANEXO N°07. Separador de Pajilla**



### **ANEXO N°08. Abrillantado**



### ANEXO N°09. Selección por tamaño



### ANEXO N°10. Pesaje





### ANEXO N°11. Cosido



### ANEXO N°11. Almacenamiento PT



## ANEXO N°12. Encuesta

### ENCUESTA

| FECHA                             |   |    |    |        |           |
|-----------------------------------|---|----|----|--------|-----------|
|                                   |   | Si | No | Aveces | Frecuente |
| <b><u>Gestión de stocks</u></b>   |   |    |    |        |           |
| 1.0                               | ¿Se emplea alguna técnica para pronosticar las ventas ?       |    |    |        |           |
| 2.0                               | ¿Se producen roturas de inventario de producto terminado?     |    |    |        |           |
| 3.0                               | ¿Se producen roturas de inventario de materia prima?          |    |    |        |           |
| <b><u>Logística de salida</u></b> |   |    |    |        |           |
| 4.0                               | ¿Los despachos se realizan fluidamente?                       |    |    |        |           |
| 5.0                               | ¿Los fletes son asignados buscando el mayor ahorro?           |    |    |        |           |
| <b><u>Producción</u></b>          |   |    |    |        |           |
| 6.0                               | ¿El control de la humedad del cereal es estricto y cuidadoso? |    |    |        |           |
| 7.0                               | ¿Se han envasado lotes con menos de 12% de humedad?           |    |    |        |           |
| 8.0                               | ¿Se han envasado lotes con más de 14% de humedad?             |    |    |        |           |
| 9.0                               | ¿El control del peso de los sacos es estricto y cuidadoso?    |    |    |        |           |
| 10.0                              | ¿Se han detectado sacos con más de 50.5 Kg ?                  |    |    |        |           |
| 11.0                              | ¿Se han detectado sacos con menos de 49.5 Kg ?                |    |    |        |           |
| <b><u>Calidad</u></b>             |   |    |    |        |           |
| 12.0                              | ¿Ha habido reclamos por falta de inocuidad del arroz?         |    |    |        |           |
| 13.0                              | ¿Ha habido reclamos por incumplimiento de calidad?            |    |    |        |           |
| <b><u>Personal</u></b>            |   |    |    |        |           |
| 14.0                              | ¿Hay sobretiempo significativo ?                              |    |    |        |           |
| 15.0                              | ¿Hay ausentismo significativo?                                |    |    |        |           |