

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



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

***“Balance de materiales en el proceso de humectación para
incrementarla productividad de trigo en la línea de harina de la
empresa Cogorno S.A.”***

Área de Investigación:
Optimización de la Producción

Autor(es):
Br. Alayo Poémape, Keila Yulissa
Br. Pairazamán Roncal, Ulises Nazario

Jurado Evaluador:

Presidente: Dra. Landeras Pilco, María Isabel
Secretario: Ms. De la Rosa Anhuaman, Filiberto
Vocal: Dr. Muller Solón, José Antonio

Asesor:
López Miñano, Wilton Eder
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3185-3036>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/07/17

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



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

***“Balance de materiales en el proceso de humectación para
incrementarla productividad de trigo en la línea de harina de la
empresa Cogorno S.A.”***

Área de Investigación:
Optimización de la Producción

Autor(es):
Br. Alayo Poémape, Keila Yulissa
Br. Pairazamán Roncal, Ulises Nazario

Jurado Evaluador:

Presidente: Dra. Landeras Pilco, María Isabel
Secretario: Ms. De la Rosa Anhuaman, Filiberto
Vocal: Dr. Muller Solón, José Antonio

Asesor:
López Miñano, Wilton Eder
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3185-3036>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/07/17

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

***Balance de materiales en el proceso de humectación para
incrementar la productividad de trigo en la línea de harina de la
empresa Cogorno S.A.***

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

PRESIDENTE: Dra. MARÍA ISABEL LANDERAS PILCO.
C.I.P.: 44282

SECRETARIO: MS. FILIBERTO DE LA ROSA ANHUAMAN.
C.I.P.: 90991

VOCAL: DR. JOSÉ ANTONIO MULLER SOLÓN
C.I.P.: 41187

ASESOR: ING. WILTON EDER LÓPEZ MIÑANO
C.I.P.: 34995

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial, por siempre bendecirme y concederme esas fuerzas que necesité para nunca rendirme y poder seguir adelante. Por brindarme sabiduría e inteligencia y permitirme crecer en el seno de un hogar donde me otorgaron valores.

A mis padres: José Alayo y Rosa Poémape, quienes han sido mi motor y el motivo por el cual nunca me rendí, por su gran amor y consejos incondicionales que me sirvieron para poder afrontar las adversidades que se me presentaban en el camino y que hoy en día es el fruto y la base para poder alcanzar una de mis grandes metas.

Y en especial a mis abuelitas María Javier y Cornelia Noriega porque me regalaron una infancia feliz y me enseñaron que, aunque las circunstancias sean difíciles debía afrontarlas con esfuerzo y perseverancia.

Br. Alayo Poémape Keila Yulissa

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor que me da cada día.

A mis padres: Julia Roncal y Ulises Pairazamán por haberme enseñado a ser perseverante y conseguir las metas trazadas y por hacer de mí una persona con visión.

A mis hermanos, por la motivación y el apoyo brindado.

Br. Pairazamán Roncal Ulises Nazario

AGRADECIMIENTO

A Nuestro Padre Celestial, por siempre enseñarnos los senderos a seguir, a Jesucristo por poner guía a nuestros pensamientos y al Espíritu Santo por ser nuestra luz constante en la toma de decisiones.

A mis amados padres por siempre apoyarnos con sus consejos y enseñanzas.

A mis maestros, en especial a nuestro asesor el ingeniero Wilton López Miñano, por los conocimientos impartidos, por su discipulado, su longanimidad, paciencia y dotes de verdadero docente.

Los Autores

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue aplicar el balance de materiales en el proceso de humectación como herramienta para incrementar la productividad de trigo en la línea de harina de la empresa Cogorno. Primero se detalló el proceso actual, y se determinó el área crítica: etapa de humectación que permitió controlar la variable dependiente en el proceso productivo. Se calculó la productividad parcial de trigo actual, donde se obtuvo en la harina 79.12% y afrecho 21.49%, luego se realizó el balance de materiales teórico y real en los años 2019 y 2020, teniendo en cuenta la data histórica. Se analizó el volumen de agua en el 2019, donde se obtuvo como valor teórico 252.92 Kg de agua por hora y como valor real 268.22 Kg de agua por hora, obteniéndose una diferencia de 15.30 Kilogramos de agua. En la evaluación del 2020, se obtuvo un volumen teórico de 329.86 Kilogramos de agua por hora y un volumen real de 337.22 Kg de agua por hora, obteniéndose una diferencia de 7.36 Kilogramos de agua. Los resultados fueron relevantes puesto que se logró el incremento de la productividad parcial de trigo en la harina desde 79.12% al 80.74%, esta diferencia fue beneficiosa tanto a nivel de producción como de ingreso monetario, debido a que se evaluó la producción de harina de ambos años y se observó un aumento de 40 067 sacos lo cual esto permitió tener un ingreso de 3,205,408.8 soles anuales, mientras que en la evaluación de afrecho se obtuvo una diferencia de 4,974.4 sacos lo cual implica un ingreso de 248,720 soles, esta diferencia incrementó un total de 3,454,148.8 soles en la producción global de harina y afrecho.

Palabras claves: Balance de materiales, productividad, volumen de agua.

ABSTRACT

The objective of this research was to apply a balance of the materials in the humidification process to increase the productivity of wheat in the flour line of the company Cogorno. First, the current process was detailed, and the critical area was determined: wetting stage to control the dependent variable in the production process. The partial productivity of current wheat was calculated, where 79.12% and bran 21.49% were obtained in the flour, then the balance of the theoretical and real materials was carried out in the years 2019 and 2020, taking into account the historical information. The volume of water was analyzed in 2019, where a theoretical value of 252.92 Kilograms of water per hour was obtained and, as a real value, 268.22 Kilograms of water per hour, a difference of 15.30 Kilograms of water is being used in the evaluation of 2020, there has been a theoretical volume of 329.86 Kilograms of water per hour and a real volume of 337.22 Kilograms of water per hour, obtaining a difference of 7.36 Kilograms of water. The results, however, were the results. both years and an increase of 40 067 bags is seen which can have an income of 3,205,408.8 soles per year, while in the evaluation of bran there is a difference of 4,974.4 bags which implies an income of 248,720 soles, this difference is increased in total of 3,454,148.8 soles in the global production of flour and bran.

Keywords: Balance of materials, productivity, volume of water.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, ponemos a vuestra disposición la presente tesis titulada: **“BALANCE DE MATERIALES EN EL PROCESO DE HUMECTACIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE TRIGO EN LA LÍNEA DE HARINA DE LA EMPRESA COGORNO S.A.”** para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Br. Alayo Poémape Keila Yulissa
Br. Pairazamán Roncal Ulises Nazario

Trujillo, abril de 2021.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	i
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
PRESENTACIÓN	iv
INDICE	v
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	1
INDICE DE ANEXOS	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Problema de investigación.....	3
1.2. Objetivos	8
1.3. Justificación del estudio.....	9
II. MARCO DE REFERENCIA	10
2.1. Antecedentes del estudio	10
2.2. Marco teórico.....	12
2.2.1. Balance de materiales	12
2.2.2. Fundamento del balance de materiales.....	13
2.2.3. Ecuación de balance de materiales.....	13
2.2.4. Paso para el cálculo de balance de materiales	14
2.2.5. Tipo de balance de materiales	15
2.2.6. Productividad.....	16
2.2.7. Factores que determinan la productividad	16
2.2.8. Como aumentar la productividad	17
2.2.9. Medición de la productividad	18
2.2.10. Importancia de la productividad	19
2.3. Marco conceptual	20
2.4. Sistema de hipótesis	22
2.4.1. Hipótesis	22
2.4.2. Variables e indicadores	22
III. METODOLOGIA EMPLEADA	25
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	25
3.2. Población y muestra de estudio.....	25
3.3. Diseño de investigación.....	26
3.4. Técnicas e instrumento de investigación	27

3.5. Procesamiento y análisis de datos	28
IV. PRESENTACION DE RESULTADOS	30
4.1. Resultado del objetivo específico N.º 1: Detallar el proceso actual y medir la productividad de trigo del proceso actual en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.	30
4.2. Resultado del objetivo específico N.º 2: Calcular el volumen de agua en base al balance de materiales en el proceso de humectación de trigo de la empresa COGORNO S.A. en Trujillo 2019.	36
4.3. Resultado del objetivo específico N.º 3: Medir la productividad de trigo en el nuevo proceso de humectación en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.	65
4.4. Resultado del objetivo específico N.º 4: Determinar los beneficios del balance de materiales en la productividad de trigo en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.	66
V. DISCUSION DE RESULTADOS	68
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIA BIBLIOGRAFIA	74
ANEXOS.....	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	
<i>Operacionalización de las Variables</i>	23
Tabla 2	
<i>Productividad de trigo mensual en el año 2019</i>	35
Tabla 3	
<i>Análisis estadístico de los porcentajes de humedad en cada etapa del proceso en el año 2019</i>	37
Tabla 4	
<i>Resultados obtenidos en el balance real en la etapa de humectación en el año 2019</i>	39
Tabla 5	
<i>Resultados obtenidos en el balance real en la etapa de reposo en el año 2019</i>	40
Tabla 6	
<i>Análisis estadístico de la variación de humedad entre el trigo acondicionado y el trigo húmedo en la etapa de reposo en el balance real del año 2019</i>	41
Tabla 7	
<i>Porcentajes de conversión de trigo a harina y afrecho en el balance real del año 2019</i>	42
Tabla 8	
<i>Resultados obtenidos en el balance real en la etapa de molienda en el año 2019</i>	44
Tabla 9	
<i>Análisis estadístico de la variación de humedad entre la harina y el trigo acondicionado en la etapa de molienda en el año 2019</i>	45
Tabla 10	
<i>Consolidado de datos del balance real realizado en la línea de harina para el año 2019</i>	45
Tabla 11	
<i>Porcentaje de producción de afrecho con respecto a la producción de harina en el balance teórico del año 2019</i>	47
Tabla 12	
<i>Resultados obtenidos en el balance teórico en la etapa de molienda del año 2019</i>	49
Tabla 13	
<i>Resultados obtenidos en el balance teórico en la etapa de reposo del año 2019</i>	50
Tabla 14	
<i>Resultados obtenidos en el balance teórico en la etapa de humectación del año 2019</i>	51
Tabla 15	
<i>Consolidado de datos del balance teórico realizado en la línea de harina para el año 2019</i>	51

Tabla 16	
<i>Resultado del balance teórico en la etapa de humectación y reposo en el año 2020</i>	54
Tabla 17	
<i>Resultado del balance teórico en la etapa de Reposo en el año 2020</i>	55
Tabla 18	
<i>Resultado del balance teórico en la etapa de humectación en el año 2020</i>	56
Tabla 19	
<i>Resultados del balance de materiales teórico en la etapa de molienda en el año 2020</i>	58
Tabla 20	
<i>Resultados del balance de materiales teórico en el año 2020</i>	59
Tabla 21	
<i>Resultado del balance real en la etapa de humectación en el año 2020</i>	61
Tabla 22	
<i>Resultado del balance real en la etapa de reposo en el año 2020</i>	62
Tabla 23	
<i>Resultado del balance real en la etapa de molienda en el año 2020</i>	64
Tabla 24	
<i>Resultados del balance de materiales teórico en el año 2020</i>	64
Tabla 25	
<i>Resultados de % de humedad obtenidos en el balance de materiales teórico y real en el año 2020</i>	65
Tabla 26	
<i>Productividad de trigo mensual en el año 2020</i>	66
Tabla 27	
<i>Impacto monetario en la línea de harina</i>	67
Tabla 28	
<i>Impacto monetario en la línea de afrecho</i>	67
Tabla 29	
<i>Impacto monetario en la línea de harina y afrecho</i>	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	
<i>Flujograma del proceso de elaboración de harina.....</i>	34
Figura 2	38
Figura 3	
<i>Balance parcial de materia seca del trigo limpio en la etapa de reposo.....</i>	39
Figura 4	
<i>Balance general de materiales en etapa de molienda.....</i>	43
Figura 5	
<i>Balance nuevo en la etapa de molienda</i>	48
Figura 6	
<i>Cantidad de trigo húmedo en nuevo balance en la etapa de reposo</i>	49
Figura 7	
<i>Balance nuevo en etapa de humectación</i>	50
Figura 8	
<i>Balance teórico en las etapas de humectación y reposo</i>	53
Figura 9	
<i>Balance teórico en la etapa de Reposo.....</i>	54
Figura 10	
<i>Balance teórico en la etapa de humectación.....</i>	56
Figura 11	
<i>Balance teórico 2020 en la etapa de molienda.....</i>	57
Figura 12	
<i>Balance real en la etapa de humectación</i>	60
Figura 13	
<i>Balance real en la etapa de reposo.....</i>	61
Figura 14	
<i>Balance de materiales 2020 real en la etapa de molienda.....</i>	62

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	
Diagrama de Pareto de Análisis de pérdida de sacos de harina	76
Anexo 2	
<i>Diagrama de Ishikawa para el análisis de causas de atoros en la línea de harina</i>	<i>77</i>
Anexo 3	
Producción de harina, afrecho y trigo utilizado en el año 2019	78
Anexo 4	
<i>Diagrama de bloques del proceso productivo de harina</i>	<i>78</i>
Anexo 5	
<i>Porcentaje de humedad de trigo y harina en febrero, junio y noviembre de 2019 en la empresa Cogorno S.A.</i>	<i>79</i>
Anexo 6	
<i>Temperatura y humedad promedio en el año 2019.....</i>	<i>80</i>
Anexo 7	
<i>Humedad perdida en la etapa de reposo: trigo húmedo a trigo acondicionado en el año 2019.....</i>	<i>81</i>
Anexo 8	
<i>Porcentaje de humedad perdida durante la etapa de molienda 2019.....</i>	<i>83</i>
Anexo 9	
<i>Porcentaje de humedad de trigo y harina en el año 2020.....</i>	<i>85</i>
Anexo 10	
<i>Valores estandarizados obtenidos en el balance de materiales en el 2019, para el cálculo del volumen de agua teórico y real para el año 2020.....</i>	<i>87</i>
Anexo 11	
<i>Datos de temperatura y humedad promedio en el año 2020</i>	<i>87</i>
Anexo 12	
<i>Producción de harina, afrecho y trigo utilizado en el año 2020.</i>	<i>87</i>

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

En la Ingeniería Industrial, el balance de materiales es una de las herramientas que busca optimizar el consumo de las materias primas de los procesos, así como tener un control del uso de las mismas.

Para entender el mercado mundial de harina hay que conocer una referencia del mercado mundial de trigo dado que es el origen del producto. Según la empresa Milling and Grain (2019), dedicada a publicar información referente al rubro industrial, la producción mundial del trigo ha venido disminuyendo en los últimos años debido a los factores climatológicos provocados por sequías y olas de calor que mataron miles de cultivos. Por tal motivo, la producción mundial de trigo en el año 2018 disminuyó en un promedio de 28 millones de toneladas métricas (mmt). Además, el 2018 fue el quinto año consecutivo en el que el consumo de trigo superó rápidamente la producción, debido al aumento drástico de la población mundial.

Referente a los principales productores de trigo, Daniel (2020) considera a China como el mayor productor con 126 millones de toneladas métricas al año, India aporta 95 millones de toneladas métricas anuales y Rusia 60 millones de toneladas métricas. Canadá se ubica en el sexto puesto con una producción de 29 millones de toneladas métricas.

Opportimes (2019) en sus publicaciones manifiesta que las importaciones en América Latina y el Caribe oscilan alrededor de 25 millones de toneladas siendo Brasil el mayor importador de trigo quien firmó un acuerdo con Estados Unidos en mayo de 2019 para implementar un contingente arancelario libre de impuestos para el trigo.

En lo que respecta a América del Sur, Argentina es el mayor productor y se ha incrementado la superficie destinada al cultivo del cereal para la campaña 2019/2020 proyectando una producción de 21 a 22 millones de toneladas, siendo la más alta de la historia. De hacerse efectivo, pone al país en línea para batir récords también en despachos de trigo al exterior con embarques estimados de 13.7 millones de toneladas de grano, entre un 12% y un 15% por encima de la campaña anterior. (Agrolink, 2019).

A nivel nacional, los departamentos tales como la Libertad, Cajamarca, Arequipa y Ancash son los que lideran en cuanto a la producción de trigo, lo que representa el 59% de la producción nacional. Sin embargo, este volumen no consigue satisfacer la demanda interna, razón por la que cerca del 90% del trigo que es consumido en nuestro país es importado, proveniente principalmente de Canadá, Estados Unidos, Rusia, Argentina y Paraguay.

Según el reporte emitido por el Departamento de Estudios Económicos del Scotiabank (2019) la industria molinera demanda anualmente poco más de 2 millones de TM de trigo, siendo abastecido mayormente por importaciones. Del trigo producido en el país (cerca de 195 mil TM en el 2018) sólo una pequeña parte se destina a la industria molinera, pues depende en mayor medida del trigo importado, volumen que en el 2018 llegó a poco más de 2 millones de TM, 2.6% menos respecto al 2017. Este insumo provino de países como Canadá (66% del total), Argentina (19%), Estados Unidos (8%), según Adex Data Trade (2019).

Según Ruiz (2018) dice que, en la evaluación local, de acuerdo con la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), las principales empresas importadoras son Alicorp S.A.A, Cogorno, y a nivel nacional tenemos: Compañía Molinera del Centro, Anita Food, Corporación ADC, Molino el Triunfo, y Molitalia que representaron el 80% del volumen importado. Además, este sector es liderado por Alicorp SA quien

incrementó su participación en 9% tras la adquisición de Molinera el Inca en el 2015 que para entonces era la segunda más importante en el rubro farináceo.

En el Perú según el INEI (2019) la producción correspondiente al sector agrícola obtuvo un descenso de 9.52%, comparado a medida de referencia con la producción de harina de pescado (sector pesquero) que aumentó 33,34%.

La Norma Técnica Peruana (NTP 205.058:2015) establece como requisito principal que el contenido de humedad del grano no debe excederse de 14.5 %. El porcentaje de humedad de harina depende del proceso de humectación en el cual se agrega una cierta cantidad de agua (flujo por hora). El agua cumple la función de aumentar la rentabilidad en el producto final y facilitar el proceso de molienda. El trigo húmedo se deposita en silos por un tiempo de 24 horas como reposo, para obtener un producto acondicionado. El trigo ya acondicionado ingresa por los bancos de molienda, cabe mencionar que el objetivo de este proceso es separar la capa de afrecho del endospermo y, seguidamente, transformar el endospermo en harina, luego pasa por la operación de separación, en el equipo de plansifter. La harina obtenida se lleva a los silos de almacenamiento, y el resto se lleva a la siguiente ruptura, hasta obtener el salvado de trigo (afrecho).

No se ha definido de manera efectiva la cantidad de agua que se adiciona en las distintas etapas del proceso productivo. Frente a esa problemática, los trabajadores encargados del proceso, aumentan y disminuyen el volumen de agua, de acuerdo a las características de la harina durante del proceso principal (etapa de molienda). El trigo en el proceso presenta deficiencias provenientes de la etapa de humectación, es decir si el trigo acondicionado presenta un porcentaje de humedad elevada o baja, puede ocasionar atoros en el proceso (desbalance del aire a presión en el transporte de la harina).

Este problema ocasiona paradas no programadas en el proceso, retrasando la producción y las ventas en los clientes (insatisfacciones).

El problema a resolver es la incertidumbre en el proceso de humectación, para lo cual se busca definir de manera efectiva el volumen del agua que se adicionará al trigo seco que ingresa a los silos de almacenamiento para luego continuar con el proceso de molienda.

La empresa COGORNO S.A., realiza análisis del porcentaje de humedad de harina y trigo, por lo que ambas variables interactúan para obtener un resultado final. El porcentaje de humedad de harina depende del proceso de humectación realizado en el trigo. En el proceso de humectación para incrementar una humedad del trigo seco al trigo húmedo, se tiene que agregar una cierta cantidad volumétrica de agua (flujo por hora). El agua cumple la función de aumentar la rentabilidad en el producto final y facilitar el proceso de molienda. El trigo húmedo se deposita en silos por un tiempo de 24 horas como reposo, para obtener un producto acondicionado.

Lo que reiteramos en la descripción del proceso que el trigo ya acondicionado ingresa por los bancos de molienda, cabe mencionar que el objetivo de este proceso es separar la capa de afrecho del endospermo y, seguidamente, transformar el endospermo en harina, luego pasa por la operación de separación, en el equipo de plansifter. La harina obtenida se lleva a los silos de almacenamiento, y el resto se lleva a la siguiente ruptura, hasta obtener el salvado de trigo (afrecho). La empresa Cogorno, cuenta con una deficiencia en el proceso de humectación, debido que no cuenta con una herramienta que indique la cantidad de agua que se necesita para lograr la humectación adecuada; los trabajadores encargados del proceso, aumentan y disminuyen el volumen de agua, de acuerdo a las

características de la harina durante del proceso principal (etapa de molienda). El trigo en el proceso presenta deficiencias provenientes de la etapa de humectación, es decir si el trigo acondicionado presenta un porcentaje de humedad elevada o baja, puede ocasionar atoros en el proceso (desbalance del aire a presión en el transporte de la harina). Este problema ocasiona paradas no programadas en el proceso, retrasando la producción y las ventas en los clientes (insatisfacciones).

En el primer semestre durante el año 2019 la cantidad de horas de línea parada por los atoros, y el número de sacos no producidos que se dieron durante dicho periodo la empresa dejó de producir 51 840 sacos, siendo equivalente a S/. 3 628 800 soles.

De acuerdo a los datos históricos de la empresa Corgorno S.A. se observa que los atoros en la línea de harina representan el 53.38% del total de pérdidas de sacos de harina tal como se representa en el diagrama de Pareto. (Ver anexo 1). En base a la información brindada por la empresa se realizó un análisis de Ishikawa para identificar las causas de este problema determinando que la causante que más influye es la falta de un método empírico en el cálculo del volumen de agua requerido en la etapa de humectación. (Ver anexo 2)

Frente a esta problemática se sugiere aplicar el balance de materiales al proceso de humectación de trigo con lo cual se permitirá calcular de manera teórica la cantidad óptima de agua que se necesita para lograr el porcentaje de humedad adecuada. Con esta herramienta se incrementará la cantidad de harina y afrecho obtenidos con respecto a la cantidad de trigo empleado además de reducir las desviaciones del porcentaje de humedad de la harina.

El incremento de la productividad del trigo se ve reflejado a nivel monetario debido a que, al obtener mayor producto terminado con la misma cantidad de trigo, los ingresos aumentan beneficiando al

empresario al obtener mayores utilidades.

Al aplicar el balance de materiales se reducen las desviaciones del porcentaje de humedad de la harina obtenida como producto terminado lo cual no solo mejora la productividad, sino que también reduce las desviaciones de producto que se encuentra con humedades por encima de 14,5 (Porcentaje de humedad máximo permitido) lo cual reduce los reprocesos de planta evitando sobrecostos para la recuperación del producto observado.

Se puede incluir dentro de la lista de beneficios del balance de materiales a la reducción de tiempos muertos por atoros en el transporte de la harina debido a que cuando el porcentaje de humedad se encuentra por encima del porcentaje estándar suelen generarse atoros que repercuten en tiempos de paradas y reducen la cantidad de producto obtenido afectando económicamente a la empresa y a los indicadores de utilización de planta.

1.2. Objetivos

Objetivo general

Aplicar el balance de materiales en el proceso de humectación para incrementar la productividad de trigo en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.

Objetivo específico

- Detallar el proceso actual y medir la productividad de trigo del proceso actual en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.
- Calcular el volumen de agua en base a un balance de materiales en el proceso de humectación de trigo de la empresa COGORNO S.A.
- Medir la productividad de trigo en el nuevo proceso de humectación en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.

- Determinar los beneficios del balance de materiales en la productividad de trigo en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.

1.3. Justificación del estudio

Como justificación teórica, esta investigación se realiza con el propósito de utilizar los aportes y conocimientos de la teoría de balance de materiales en el proceso de humectación del trigo limpio, como instrumento de evaluación en el departamento de producción para la elaboración de harina de la empresa COGORNO de la ciudad de Trujillo.

Así mismo se justifica esta investigación de manera aplicada y/o práctica, porque existe la necesidad de aplicar el balance de materiales en la productividad de trigo en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A. para obtener un impacto positivo, contribuyendo al incremento de harina y afrecho obtenidos con respecto a la cantidad de trigo empleado además de reducir las desviaciones del porcentaje de humedad de la harina lo cual reduce los reprocesos de planta evitando sobrecostos para la recuperación del producto observado.

El incremento de la productividad del trigo se ve reflejado a nivel monetario debido a que, al obtener mayor producto terminado con la misma cantidad de trigo, los ingresos aumentan beneficiando al empresario al obtener mayores utilidades.

Se puede incluir dentro de la lista de beneficios del balance de materiales a la reducción de tiempos muertos por atoros en el transporte de la harina debido a que cuando el porcentaje de humedad se encuentra por encima del porcentaje estándar suelen generarse atoros que repercuten en tiempos de paradas y reducen la cantidad de producto obtenido afectando económicamente a la empresa y a los indicadores de utilización de planta.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Internacional

De la O (2017) en su estudio de tesis titulado “Desarrollo de pre Mezcla de harina de trigo Duro obtenida por procesos de Nixtamalizado Tradicional y Modificado” de la ciudad de México, tiene como objetivo general la aplicación del método de Nixtamalizado Tradicional y Modificado al trigo duro para la obtención de pre mezclas con características físicas y químicas deseables. Según los resultados se obtuvo que la humedad ideal para el proceso de la línea de trigo debe de ser 16% ya que al momento de la molienda los rodillos generan fricción y esto produce que un 2% del agua contenida en el trigo se evapore, obteniendo como resultado una humedad de 14% aproximadamente en el producto final (harina). La investigación realizada por De la O en el año 2017, permite comparar los resultados obtenidos en la etapa de acondicionamiento de trigo, con el objeto de obtener una humedad ideal en la harina para aumentar la productividad en la línea de trigo.

Mir (2016), en su estudio de tesis doctoral titulado “Influencia de la Textura del grano de Trigo (*Triticum aestivum* L.) sobre la calidad Industrial de Galletitas Dulces y Crackers” de la Universidad Nacional del Córdoba, de Argentina, tiene como objetivo determinar el efecto de la temperatura del trigo en la fabricación de harina de la mencionada empresa, en donde a través de un estudio experimental relaciona los factores de temperatura con otras variables. Según los resultados se obtuvo un valor del 15.5 % de humedad relativa en el trigo apto para la molienda, para la buena elaboración de la harina. Se concluyó de este estudio que sí existió efecto de la temperatura de trigo para la fabricación de harina en la empresa. La investigación realizada por Mir en el año 2016, permite realizar una comparación de la humedad de

trigo acondicionado en la etapa de molienda para que la harina obtenida cumpla con las expectativas del mercado.

Nacional

Ramos y Mamani (2018) en su tesis titulada “Evaluación para el procesamiento P.O.S. y balance de materia en una empresa procesadora de harina y aceite de pescado” para obtener el título de Ingeniería Química en la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

Tiene como objetivo principal Desarrollar, evaluar los procedimientos operacionales de saneamiento (POS) y balance de materia en una empresa procesadora de harina y aceite de pescado.

En el proceso productivo las combinaciones de materiales e insumos vienen ocasionando mermas o desperdicios por falta de un adecuado balance de materiales. Además se vio necesario contar con un plan de saneamiento que asegure la inocuidad de los ingredientes marinos como son la harina y aceite de pescado. La planta procesadora en estudio tiene un protocolo de limpieza y desinfección sesgado que no contempla todas las áreas del proceso lo que puede ocasionar daños en los consumidores finales de los ingredientes marinos.

La propuesta fue enfocada en desarrollar y evaluar los procedimientos operacionales de saneamiento y realizar el balance de materia para dar como resultado un aumento de su productividad.

Se desarrolló los procedimientos operacionales de saneamiento donde con el fin de asegurar la inocuidad de los ingredientes marinos en la empresa, luego se describió el proceso productivo para realizar el balance de materia para 70,000 TM obteniéndose los siguientes resultados: Harina: 16,661 TM; Factor de conversión: 4.20%; Rendimiento 23.80 %; Aceite: 3,082 TM o Factor de conversión 4.40%.

El aporte de esta investigación se basa en el método para la aplicación del balance de materiales que permitirá evitar mermas y desperdicios

en el proceso productivo y cumplir así con el objetivo principal del estudio.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Balance de materiales

Para Deiana, A., Granados D. y Sardella M. (2018) el balance de masa puede definirse como “una contabilidad de entradas y salidas de masa en un proceso o de una parte de este”. Para las autoras, el balance de masa cobra importancia al ser necesario para el cálculo del tamaño de los equipos del proceso y por ende para evaluar sus costos.

La investigación de Díaz (2017), define lo siguiente: “Los balances de materia y energía son una forma de contabilizar la entradas y salidas de materiales de un proceso o de una parte de éste y pueden ser aplicados a aquellos procesos en donde las propiedades de las materias primas tienden a variar, con la finalidad de obtener productos estandarizados que sirvan para cubrir las necesidades de la sociedad.”

Un enfoque actual refiere que el balance de materiales o masa es importante para la Ingeniería de Manufactura ya que determina “qué cantidad de cada compuesto debe ingresar a cada etapa para que al final del proceso se obtenga la cantidad de producto necesaria”. (Moreda, 2020). Además, “las ecuaciones obtenidas son útiles para el estudio del funcionamiento de las plantas de procesamiento industrial, facilitan la resolución de problemas y permiten evaluar el rendimiento obtenido frente al diseño y sus costos.” (Díaz, 2017).

2.2.2. Fundamento del balance de materiales

Las investigaciones realizadas en los últimos años coinciden con Schiller (como se citó en Díaz y Silva, 2015):

El punto de partida de todos los métodos de análisis de flujo de materiales y energía, son los principios de la ley de la conservación de la energía expresados en la primera ley y de alguna manera, en la segunda ley de la termodinámica.

Moreda, P. (2020) en su estudio ratifican que el balance de materiales se fundamenta en la Ley de la conservación de la materia.

En base a ello, se plantea la ecuación del balance de masa para cada etapa del sistema como:

masa entrante = masa saliente + acumulación

2.2.3. Ecuación de balance de materiales

Moreda P. (2020) expresa la ecuación del balance de materiales como:

Materia acumulada en el sistema = Materia que entra en el sistema - Materia que sale del sistema + Materia generada en el sistema - Materia consumida en el sistema.

En el caso en que no se genera ni consume materia en el sistema, se tiene:

$$\text{Acumulación} = \text{Entradas} - \text{Salidas}$$

Si al aplicar esta ecuación se tienen en cuenta todos los componentes de las corrientes del proceso, se realiza un balance total de masa, y si se aplica solamente a alguna

sustancia o a algún elemento químico se efectúa un balance parcial de masa.

2.2.4. Paso para el cálculo de balance de materiales

Deiana, A., Granados D. y Sardella M. (2018) mencionan que para llevar a cabo un balance de materiales se debe seguir una estrategia determinada de tal manera que se halle la solución de forma sistemática y ordenada. A continuación, se detalla la secuencia referida:

- ✓ Leer el problema y poner en claro lo que se desea lograr, o sea defina los objetivos.
- ✓ Hacer un dibujo del proceso con cuadros o círculos. Utilizar flechas para los flujos.
- ✓ Rotular con un símbolo cada variable conocida.
- ✓ Indicar todos los valores conocidos de composición y flujo.
- ✓ Escoger una base de cálculo
- ✓ Rotular con un símbolo las variables cuyo valor se desconoce y contar cuántas son.
- ✓ Escribir los balances indicando el tipo del mismo (global o particular) junto a cada uno.
- ✓ Determinar si el número de variables cuyos valores se desconoce es igual al número de ecuaciones independiente.
- ✓ Resolver las ecuaciones
- ✓ Verificar las respuestas

Cedeño (2017), considera los siguientes pasos:

- ✓ Leer y analizar toda la información disponible.
- ✓ Elaborar un diagrama del proceso identificando las diferentes corrientes mediante letras mayúsculas.
- ✓ Escribir todos los datos disponibles en cuanto a caudales y concentraciones, sobre las corrientes identificadas.

- ✓ Comprobar que todos los datos disponibles se encuentren en el mismo sistema de unidades.
- ✓ Seleccionar una base de cálculo adecuada (si es posible, una de las corrientes cuyo caudal se conoce).
- ✓ Si no se conoce el caudal de ninguna corriente, se puede asumir un valor de forma provisional, solo para establecer relaciones entre caudales.
- ✓ Desarrollar el balance total del sistema.
- ✓ Desarrollar los balances de componentes tantos como sean necesarios).

2.2.5. Tipo de balance de materiales

Deiana, A., Granados D. y Sardella M. (2018) plantean dos tipos de balance de masa:

- ✓ BMG (Balance de Masa Global): se debe designar el flujo másico de las corrientes que ingresan y egresan del evaporador con un símbolo tal como A, B, C, etc.
- ✓ BMP (Balance de Masa Parcial): consiste en usar el producto de una medida de concentración y el flujo como $(x_{i,A} \cdot A)$, donde $x_{i,A}$ es la fracción de masa del componente i en A, y A es el flujo másico total entrante. De esta manera se tiene la velocidad de flujo másica del componente i que ingresa en la corriente.

A. De manera análoga se pueden calcular las velocidades de flujo másica de este componente para cada una de las corrientes del sistema (B y C). Por lo tanto, se pueden plantear tantos balances de masa particulares como componentes haya en el sistema. Este planteo se puede efectuar también utilizando el número de moles.

2.2.6. Productividad

Según la investigación de Galindo M. y Ríos V. (2015) podemos darnos cuenta que la productividad es una medida de qué tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica que se logra producir mucho valor económico con poco trabajo o poco capital. Un aumento en productividad implica que se puede producir más con lo mismo.

Además, en esta investigación considera que, en términos económicos, la productividad es todo crecimiento en producción que no se explica por aumentos en trabajo, capital o en cualquier otro insumo intermedio utilizado para producir.

Céspedes N. et al. (2016) considera que “la productividad es una medida de la eficiencia en el uso de los factores en el proceso productivo”. Una expresión más matemática de lo enunciado por Céspedes es la definición de Fontalvo-Herrera et al. (2017) “la productividad es conocida como la relación existente entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción, es decir la razón entre las salidas y las entradas”. Así mismo, Fontalvo-Herrera manifiesta que la productividad orientada a un proceso productivo en el que intervienen elementos y actividades para obtener un resultado, cuando se produce una mejora, esta se traduce en el hecho que, con menos recursos o con los mismos, se pueden obtener los mismos o mayores resultados respectivamente ya sean productos o servicios.

2.2.7. Factores que determinan la productividad

Para Heizer J. y Render B. (2015) “desde una perspectiva económica, los factores productivos son el trabajo, el capital y

la dirección, que se combinan en un sistema de producción.

Además, los autores Heizer J. y Render B. (2015) manifiestan que la productividad depende de tres variables:

- Trabajo: Se produce un incremento de la productividad en medida que se cuenta con un personal laboral más sano, más formado y mejor alimentado.
- Capital: Cuando disminuye el capital invertido por empleado, podemos esperar una caída de la productividad. Utilizando mano de obra en lugar de capital provoca que la economía sea menos productiva y, por tanto, a largo plazo, los salarios también serán más bajos. La inversión en capital suele ser un requisito necesario, pero rara vez suficiente, en la batalla por aumentar la productividad.
- Gestión: La gestión es un factor de producción y un recurso económico. Es la responsable de conseguir que el trabajo y el capital se utilicen eficazmente para incrementar la productividad.

2.2.8. Como aumentar la productividad

Para Heizer J. y Render B. (2015) existen dos opciones para incrementar la productividad: reduciendo los factores productivos mientras la producción permanece constante, o aumentando la producción mientras los factores productivos permanecen iguales.

Para Fontalvo-Herrera, et al. (2017) “en la productividad de las empresas intervienen varios factores, algunos con controlables, estos hacen parte de la empresa y son llamados factores internos, otros son muy difíciles de controlar y

constituyen los factores externos”.

- Factores internos: Productos, tecnología, recursos humanos, planta, materiales, métodos, organización.
- Factores externos: Cambios económicos y demográficos, recursos naturales, administración pública.

2.2.9. Medición de la productividad

Heizer J. y Render B. (2015) definen el cálculo de la productividad como “el cociente entre la producción/output (bienes y servicios) y los factores productivos/inputs”. En este sentido, los autores mencionan dos tipos de productividad:

Productividad de un solo factor

Emplea un solo factor productivo (capital, materiales o energía).

Entonces tenemos:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Cantidad de factor utilizado (input)}}$$

Productividad multifactorial

Supone una visión más amplia, que incluye todos los factores productivos (por ejemplo, capital, trabajo, materia, energía). También se conoce como productividad total de los factores. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{trabajo} + \text{material} + \text{energía} + \text{varios}}$$

2.2.10. Importancia de la productividad

Sánchez J., et al. (2019) afirman que la productividad mejora cuando se emplea una menor cantidad de insumos, lo que significa una reducción en los costos para generar una misma producción. Si se asume que se podría incrementar el nivel de producción con un menor número de insumos, la productividad también será mayor debido a que los costos también son menores.

Además, los autores consideran que “A menor productividad, mayores costos y, muy probablemente, menor calidad” debido a que no se emplean los recursos de manera eficiente y ello puede tener un alto impacto en la calidad del producto. Sin embargo, un incremento de la productividad mediante la reducción de costos puede disminuir la calidad del producto si las estrategias para incrementar la productividad no consideran su impacto en la calidad. (Sánchez J., et al., 2019)

Heizer J. y Render B. (2015) manifiestan que “solo mediante un aumento de la productividad se puede mejorar el nivel de vida” dado que el incremento de la productividad permite el incremento de la remuneración del trabajo, el capital y la dirección. Además, al aumentar la productividad los precios tienden a bajar ya que se produce más con los mismos recursos.

Según la investigación de Galindo M. y Ríos V. (2015) considera los siguientes de la importancia de la Productividad:

- El crecimiento de la productividad es la clave para impulsar el crecimiento económico, principalmente en economías con un nivel de desarrollo (OECD, 2014). De hecho, es común que las economías de ingresos medios enfrenten periodos

de bajo crecimiento relacionados con la desaceleración del crecimiento de la productividad que, a su vez, les impide alcanzar los niveles de bienestar de las economías desarrolladas.

- En general, fomentar la productividad es importante porque las economías más productivas tienden a sostener mayores ingresos per cápita, así como mejores tasas de retorno de las inversiones.
- En otras palabras, es importante porque mientras menor es la tasa de crecimiento de la productividad existen más probabilidades de una caída en la producción.

2.3. Marco conceptual

Volumen de agua

Según la investigación de Verdini R. (2018) “el volumen de agua en el proceso de harina es la cantidad de agua que absorben 100 g de harina en condiciones estandarizadas”.

Producto final

Según la investigación de Pérez I. y Pérez D. (2018) el producto final es cualquier bien material, servicio o idea que posea un valor para el consumidor y sea susceptible de satisfacer una necesidad. En nuestra investigación es la Harina de trigo.

Material adecuado

Según el Plan HACCP de la empresa COGORNO (2017), lo define como “la cantidad de material que estaría apto para el siguiente proceso de molienda, después de haber sufrido los cambios físicos y

químicos con una cantidad de humedad del 15% establecida por la empresa en cada grano de trigo seco”.

Trigo limpio

Según el Plan HACCP de la empresa COGORNO (2017) “Es la materia prima directa a emplear en la etapa de humectación, producto que ha pasado por la etapa de pre limpieza y limpieza”.

Trigo húmedo

Según el Plan HACCP de la empresa COGORNO (2017) “Es el trigo resultante después de la etapa de humectación (trigo seco con una cierta cantidad volumétrica de agua)”.

Trigo acondicionado

Según el Plan HACCP de la empresa COGORNO (2017) “Es el trigo que se ha obtenido después de la etapa de reposo (periodo de 24 horas), y que está listo para la etapa de molienda”.

Afrecho

Según la investigación de Chaquilla G., Balandrán R., Mendoza A. y Mercado J. (2018) “El afrecho constituye las capas externas del grano del trigo y contiene hasta el 18% en peso de proteínas con mejor calidad que las de la harina”.

Entrada

Según la ISO 9000:2015 “Las entradas son elementos que entran al proceso sin los cuales el proceso no podría llevarse a cabo. Pueden ser tanto elementos físicos (por ejemplo, materia prima, documentos,

etc.), como elementos humanos (personal) o técnicos (información, etc.).”

Salida

Según la ISO 9000:2015 “las salidas de un proceso pueden ser productos materiales, información, recursos humanos, servicios, etc.”

Humedad de trigo

Según el Plan HACCP de la empresa COGORNO (2017) “La humedad en el trigo es la cantidad de agua que contienen en su interior.”

Humedad de harina

Según el Plan HACCP de la empresa COGORNO (2017) “La humedad en la harina es la cantidad de agua que contienen en su interior.”

2.4. Sistema de hipótesis

2.4.1. Hipótesis

El balance de materiales en el proceso de humectación incrementará la productividad de trigo en la línea de harina en la empresa COGORNO S.A. en Trujillo.

2.4.2. Variables e indicadores

Variable independiente: Balance de materiales en el proceso de humectación

Variable dependiente: Productividad

Tabla 1

Operacionalización de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Variable independiente (X): Balance de materiales en el proceso de humectación	“Los balances de materia son una forma de contabilizar la entradas y salidas de materiales de un proceso o de una parte de éste.	Es el impacto que se genera al analizar los flujos y almacenamientos de materiales en el proceso de humectación en cuanto al trigo seco que	Volumen de Agua	$(H\% \text{ TRIGO HUMEDO} - H\% \text{ TRIGO SECO}) * CANTIDAD DE TRIGO (Kg) POR HORA$ $(100\% - H\% \text{ TRIGO SECO})$	Razón Continua	Análisis documental Observación	Ficha textual Ficha de Observación
		ingresa como materia prima con el fin de que este sea acondicionado para el proceso de molienda.	Producto final	Harina de trigo	Razón Continua	Análisis documental Observación	Ficha textual Ficha de Observación
			Balance de Materiales	$TRIGO \text{ DE SALIDA} = TRIGO \text{ ENTRANTE} + VOLUMEN \text{ DE AGUA}$	Razón Continua	Análisis documental Observación	Ficha textual Ficha de Observación

Variable dependiente (Y): Productividad	Es una medida de que tan eficiente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico.	Cantidad de harina obtenida como producto final sobre cantidad de trigo ingresado al proceso por 100%.	Productividad	$PRODUCTIVIDAD = \frac{CANTIDAD\ DE\ HARINA\ OBTENIDA * 100}{CANTIDAD\ DE\ TRIGO\ INGRESADO}$	Razón Porcentual continua	Análisis Documental	Ficha textual
---	--	--	---------------	---	---------------------------	---------------------	---------------

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Aplicativo

Debido a que se aplicará el balance de materiales en el proceso de humectación para incrementar la productividad de trigo.

Nivel de investigación

Explicativo Correlacional

Según Martínez, (2013), tiene por finalidad de explicar el comportamiento de una variable frente a la otra en función de otra u otras causas, por otro lado, se dice que es explicativa porque pretenden señalar que la ocurrencia de un fenómeno depende de otro es decir establecer relación causa efecto.

En este caso el presente estudio tendrá un nivel explicativo debido a que será necesario demostrar la significancia de la hipótesis, explicando el incremento de la productividad de trigo, aplicando balance de materiales en el proceso de humectación.

3.2. Población y muestra de estudio

Población

Se considerará como población a todos los procesos que forman parte de la producción de harina de la empresa COGORNO S.A. durante los años 2019 y 2020.

Muestra

Se considerará como muestra a tres procesos denominado “proceso de humectación, etapa de reposo y molienda” en la empresa COGORNO S.A. durante el año 2019 y 2020.

3.3. Diseño de investigación

El tipo de diseño que se empleará en la presente investigación será:

Pre - Experimental:

Según Hernández, Fernández, Baptista, (2010), en este diseño se efectúa una observación antes de introducir la variable independiente (O1) y otra después de su aplicación (O2). Por lo general las observaciones se obtienen a través de la aplicación de una prueba u observación directa, cuyo nombre asignado depende del momento de aplicación. Si la prueba se administra antes de la introducción de la variable independiente se le denomina pre test y si se administra después que entonces se llama post Test.

Cuyo diseño gráfico es el siguiente:

O1-----X-----O2

Pre Test Estímulo Post Test

De donde:

- O1: Bajos índices de Producción en la línea de Harina de la Empresa COGORNO S.A. (Observación antes del estímulo).
- X: La Estandarización del Proceso de Humectación de la Empresa COGORNO S.A
- O2: Incrementa significativamente la producción en la línea de Harina

de la Empresa COGORNO S.A (Observación después del estímulo).

Considerando:

$$O1 < O2$$

3.4. Técnicas e instrumento de investigación

Para el desarrollo del proyecto, se procedió a emplear las siguientes técnicas y herramientas:

Técnicas

- Análisis documental

El análisis documental que se empleará en el presente trabajo de investigación será los registros históricos en cada estación de trabajo relacionado al proceso de humectación que se da en la empresa como por ejemplo formatos a emplear en sus registros, documentos que permitan conocer sobre el proceso mencionado, etc.

- Observación

En el caso de esta investigación debido a que es pre experimental elabora datos en condiciones relativamente controladas por el investigador particularmente porque éste puede manipular la o las variables.

Instrumentos

- Ficha de registro de datos

Este instrumento permitirá registrar información sobre las humedades dadas en el trigo (seco y húmedo), durante el proceso productivo y que luego nos permitirá aplicar balance de materiales

para el incremento de la productividad de trigo.

- Guía de observación

Este instrumento nos permitirá identificar los posibles indicadores que nos ayudarán a construir la problemática de la empresa en el proceso de humectación.

- Balance de materiales

Este instrumento nos permitirá obtener el volumen de agua ideal que ingresará en la etapa de humectación para incrementar la productividad de trigo en la línea de harina.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

El presente proyecto de investigación se desarrollará en las instalaciones de la Empresa COGORNO S.A, donde se efectuará de la siguiente manera:

Se realizará un diagnóstico actual del proceso de Humectación (trigo seco al trigo húmedo), como parte del proceso productivo. En este análisis se utilizará la Guía de Observación, lo cual nos permitirá recolectar datos e información que dan relevancia a la problemática. Como segundo paso se tendrá que evaluar la situación encontrada, para lo cual se empleará la ficha de Registro para la variable dependiente, donde se analizará la productividad actual del proceso productivo.

El proyecto de investigación de acuerdo al objetivo principal, apunta a incrementar la productividad del trigo en la línea de harina mediante la aplicación del balance de materiales para calcular el volumen que necesita el trigo seco (humedad relativa 12.5%), para que su humedad sea óptima en el proceso de molienda (humedad relativa

ideal 16 a 16.2%). Para ello se empleará una ficha de registro para la variable independiente.

Al obtener la humedad relativa adecuada para el proceso de molienda, las observaciones serán tomadas en una guía de observaciones, con el objetivo de poder evidenciar los cambios producidos durante esta prueba.

Para el desarrollo del último objetivo del proyecto, se empleará una ficha de registro para la variable dependiente, donde muestre los impactos producidos, con el desarrollo del presente proyecto, para ello se calculará la productividad del proceso productivo de la línea de harina en la empresa COGORNO S.A.

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Resultado del objetivo específico N.º 1: Detallar el proceso actual y medir la productividad de trigo del proceso actual en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.

Descripción del proceso actual

El levantamiento de información se realizó visitando las áreas y revisando el manual de HACCP de la empresa. Se realizó la descripción de cada etapa del proceso de la línea de harina y el diseño del flujograma del proceso (Figura N° 1).

- a) **Recepción de trigo:** El trigo llega a la planta a granel e inmediatamente se muestrea para determinar impurezas, gorgojos, ácaros y el % de humedad. Antes del ingreso a la tolva de recepción de trigo se desinfectan los neumáticos del vehículo empleando hipoclorito de calcio a una concentración de 200 ppm, para reducir la carga microbiana. Se verifica el peso del vehículo y se inicia el proceso de descarga en las tolvas de recepción con ayuda de un transportador de cadena, el trigo es llevado hasta el elevador de cangilones el cual eleva el trigo y lo deposita en un transportador de cadena horizontal y lo distribuye a los diferentes silos. En esta etapa el porcentaje de humedad máximo del trigo es 14.0%.
- b) **Almacenamiento en silos:** El trigo recepcionado permanece a granel en los silos de almacenamiento hasta que sea necesario su uso. La planta tiene una capacidad instalada de almacenamiento de 4000 TM, para ello cuenta con ocho silos de 418 TM cada uno, tres entre-silos de 107 TM cada uno y dos silos de bolsillo de 25 TM.
- c) **Pre – limpieza:** En esta etapa la materia prima pasa a través de cribas o zarandas para retener todo material extraño como metales, piedras, trigo dañado, gran parte de polvo de trigo y paja de hasta una pulgada,

este trigo pre-limpio es desviado a los silos de almacenamiento de trigo sucio para la siguiente etapa de limpieza.

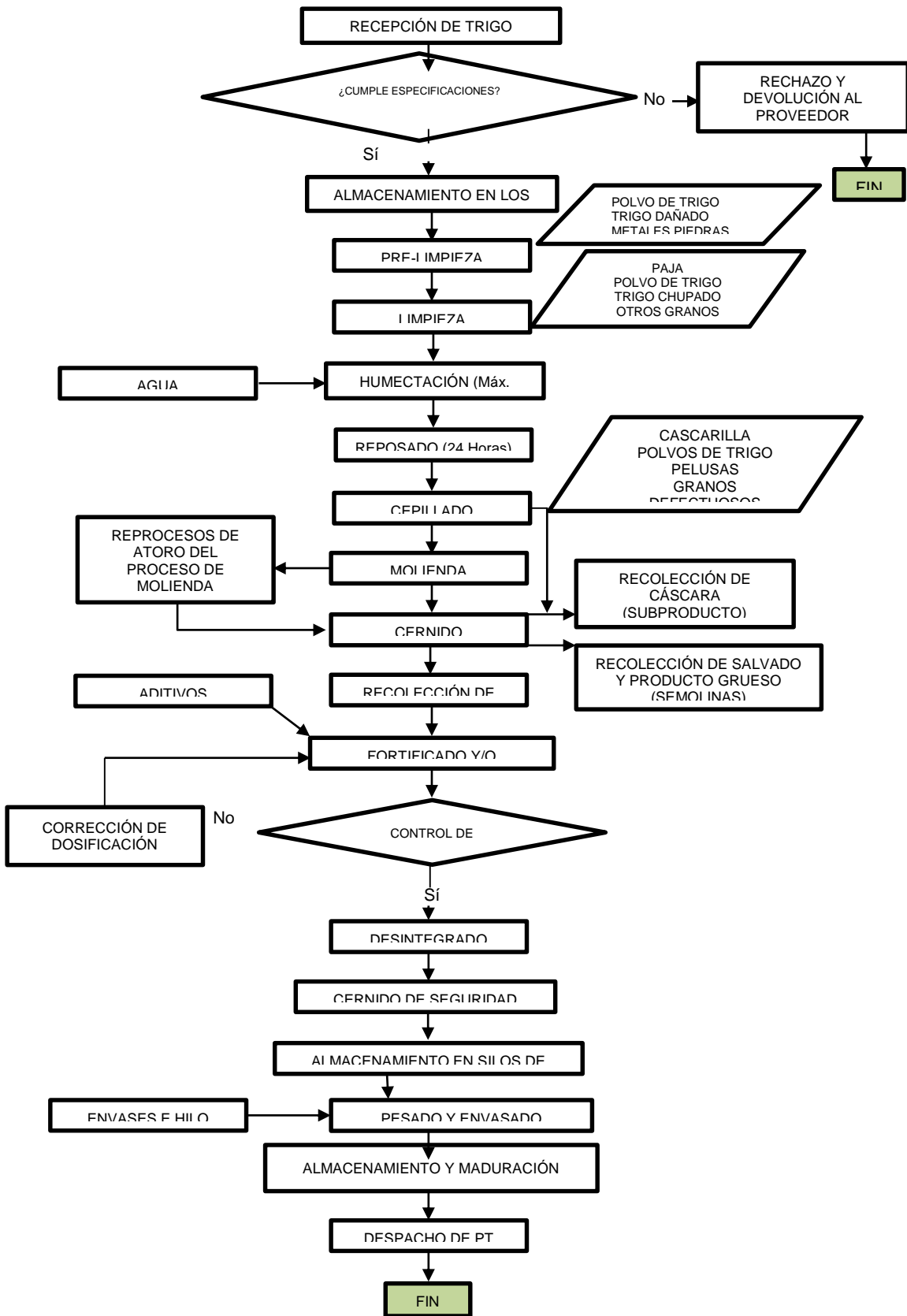
- d) **Limpieza:** Con ayuda de un elevador de cangilones el trigo llega a una balanza ubicada en el quinto piso la cual permite medir la carga. Luego por gravedad el trigo ingresa a las diferentes máquinas, ubicadas en los pisos inferiores para realizar la limpieza o extracción de las impurezas tales como cereales diferentes al trigo y granzas (polvo de trigo, paja, trigo chupado y otros granos pequeños).
- e) **Humectación:** El trigo libre de impurezas ingresa a la máquina humectadora automática en donde es hidratado con agua potable circundante, en este punto se realiza el control de humedad del grano la cual debe estar entre 15.8% - 16.2 % dependiendo de la variedad del trigo. Asimismo, se realiza el control de cloro libre residual en el agua potable. La cantidad de agua adicionada se agrega de manera empírica: Los trabajadores encargados del proceso, aumentan y disminuyen el volumen de agua, de acuerdo a las características de la obtenida como producto terminado. Ello ocasiona que cuando el trigo acondicionado presenta un porcentaje de humedad elevada o baja se generen atoros en el proceso (desbalance del aire a presión en el transporte de la harina). Este problema ocasiona paradas no programadas en el proceso, retrasando la producción y las ventas en los clientes (insatisfacciones).
- f) **Reposado:** El trigo Acondicionado es depositado en los silos de reposo donde permanecerá por un periodo de 24 horas, que dependerá de las características propias de cada variedad; esto asegura el desprendimiento de la cáscara en el proceso de molienda.
- g) **Cepillado:** Retira las pelusas, polvo de trigo, granos defectuosos y cascarillas propias del grano que pudieran haberse desprendido en la etapa de reposo, estos residuos con la ayuda de sistemas neumáticos de aspiración, son separados del proceso. Se cuenta un imán en el quinto piso al Ingreso de Trigo – Sentry.

- h) **Molienda:** El proceso de molienda es una secuencia compleja de operaciones simultáneas, que tienen como único fin reducir el tamaño de los granos de trigo para convertirlos en harina y que a su vez quede libre de cáscara y germen. El trigo procesado en las etapas anteriores pasará entonces por una secuencia de rodillos horizontales de molienda que giran en direcciones opuestas. Hay distintos tipos de rollos los cuales son utilizados según su función, esto sugiere que a medida que la partícula sea más fina el rollo será más liso. Se cuenta con un imán antes del ingreso del trigo al proceso de molienda primera rotura en el segundo piso.
- i) **Reproceso de atoros del proceso de molienda:** En el caso de que ocurra atoros durante el proceso de molienda, estos serán recolectados en sacos de color naranja y depositado a través de una tolva de reproceso ubicada en el cuarto piso.
- j) **Cernido:** En este proceso las partículas provenientes de los rollos horizontales de molienda son separadas de dos maneras, por su tamaño a través de los cernidores (plansifter) y por su peso específico a través de las semolatrices. Por este proceso se obtiene: harina y cáscara (subproducto).
- k) **Recolección de cáscara (Subproducto):** Durante las primeras etapas de cernido se separa la cáscara de la harina y pasa por un molino martillo que reduce el tamaño a tres milímetros luego es destinado a los silos de subproducto para ser ensacado a través de una empacadora automática donde se ubica un imán para evitar que algún metal ingrese al saco con el subproducto.
- l) **Recolección de harina:** Las harinas obtenidas de los cernidores (plansifter) son recolectadas y transportadas a través de los tornillos sin fin ubicados en el tercer piso las cuales también recibirán la dosificación de los aditivos correspondiente al tipo de harina a preparar.

- m) **Fortificación y/o aditivación:** En el sistema recolector se procede paralelamente a fortificar y/o aditar las harinas.
- n) **Desintegrado:** La harina pasa a través de un entoleter (centrífuga), el cual gira a gran velocidad (3500 rpm) golpeando las partículas presentes garantizando la destrucción de huevecillos de insectos a un 99% y a la reducción de la carga microbiana.
- o) **Cernido de Seguridad:** Previo al ingreso a los silos, la harina cae por gravedad a un repasador (Minisifters) con mallas de 300 micras que puede considerarse como un filtro que detendrá cualquier partícula extraña que pudiera haber sido arrastrada de las etapas anteriores.
- p) **Almacenamiento en silos de Harina:** Toda la harina producida antes de ser almacenada en silos, pasa por balanzas automáticas para su control y es transportada por un sistema neumático. El tiempo de almacenamiento es menor a 24 horas.
- q) **Pesado y Envasado:** La harina es pesada y ensacada por una empacadora automática, antes que la harina sea ensacada pasa por una parrilla imantada para retener posibles elementos ferrosos.
- r) **Almacenamiento y Maduración:** Los sacos se reciben en el almacén y colocados sobre parihuelas cubiertas con planchas de cartón que impiden el contacto entre los sacos y las parihuelas. El operador del montacargas coloca el producto en su emplazamiento para su reposo por un mínimo de 7 días antes de su comercialización.
- s) **Despacho de Producto Final:** Después del respectivo reposo se realiza el despacho de la harina en camiones u otras unidades de transporte que cumplan con las medidas de seguridad e higiene adecuada.

Figura 1

Flujograma del proceso de elaboración de harina



Nota: El flujograma está planteado según el Plan HACCP de la empresa (2017).

Cálculo de la productividad del proceso actual

La productividad parcial del trigo es el cociente entre la harina producida y la cantidad de trigo empleado. Para dicho cálculo, se ha considerado la data histórica proporcionada por la empresa Cogorno S.A. durante los meses de enero a diciembre del 2019 (ver anexo 3).

Los resultados de la productividad obtenidos son los siguientes:

Tabla 2

Productividad de trigo mensual en el año 2019

Mes	Trigo consumido en TM	Producción de harina en TM	Producción de afrecho en TM.	Productividad de trigo
Enero	2889.05	2292.42	620.16	79.35%
Febrero	3520.00	2789.82	750.36	79.26%
Marzo	3408.95	2678.36	740.88	78.57%
Abril	3856.60	3050.54	825.76	79.10%
Mayo	3764.89	2953.93	790.63	78.46%
Junio	3830.75	3012.42	838.40	78.64%
Julio	3445.10	2710.24	752.08	78.67%
Agosto	3893.55	3110.00	818.28	79.88%
Setiembre	4734.45	3794.14	986.80	80.14%
Octubre	4285.10	3358.21	935.79	78.37%
Noviembre	3917.22	3110.41	848.78	79.40%
Diciembre	4158.52	3312.47	909.40	79.66%
PROMEDIO				79.12%

Nota: Durante el mes de enero de 2019 se obtuvo menor producción de harina debido a la falta de trigo disponible por desabastecimiento de planta sin embargo los datos de productividad se mantuvieron uniformes.

4.2. Resultado del objetivo específico N.º 2: Calcular el volumen de agua en base al balance de materiales en el proceso de humectación de trigo de la empresa COGORNO S.A. en Trujillo 2019.

Para el desarrollo de este objetivo se realizó un diagrama de bloques del proceso de elaboración de harina teniendo en cuenta la alimentación y producto de cada etapa (Ver anexo 4). Así mismo, se tomaron los valores promedios obtenidos en la base de datos de la empresa COGORNO S.A. Para ello se realizaron 4 enfoques: Para el año 2019, se calculó la cantidad de agua teórica empleada en el proceso de humectación y la cantidad de agua óptima para mejorar la productividad. Así mismo, se determinó las mermas de agua durante el proceso de molienda teniendo en cuenta las variaciones en la humedad del trigo en cada una de las etapas.

Cálculo del volumen de agua real utilizado en el año 2019

En el desarrollo de este punto se consideraron los porcentajes de humedad promedio obtenidos en cada etapa del proceso productivo del año 2019. Para ello se consideraron los datos de manera aleatoria de tres meses en distintas estaciones del año tomando la data de los meses de febrero, junio y noviembre (ver anexo 5). Los resultados de los análisis estadísticos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Análisis estadístico de los porcentajes de humedad en cada etapa del proceso en el año 2019

Variables estadísticas	H% Trigo limpio	H% Trigo húmedo	H% Trigo acondicionado	H% Harina
Promedio	13.50	16.24	15.74	14.24
Desviación estándar	0.31	0.04	0.06	0.14
Coeficiente de variación	2.27%	0.26%	0.35%	0.95%
Margen de error al 95% de confianza	0.079	0.011	0.014	0.035
Límite inferior al 95% de confianza	13.42	16.23	15.73	14.21
Límite superior al 95% de confianza	13.58	16.25	15.76	14.28

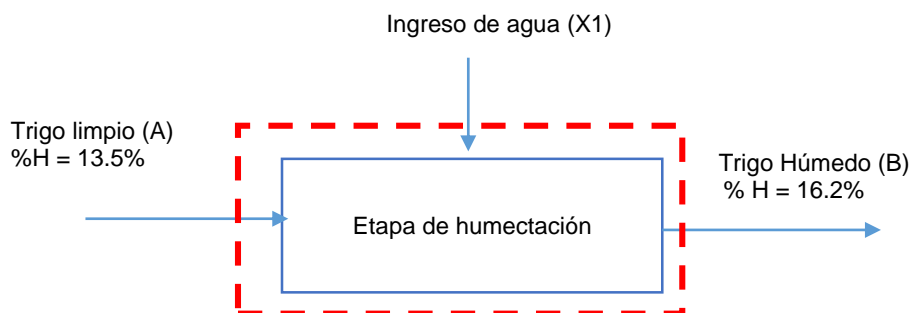
Nota: Se observa que los datos obtenidos referentes a los porcentajes de humedad del trigo en cada etapa del proceso son homogéneos considerando que su coeficiente de variación es menor a 20%. Elaboración propia

De acuerdo a los datos de la empresa, la capacidad real de procesamiento de trigo seco es 7850 Kg/hora considerando el número de veces que es accionada la balanza en una hora.

Se realizó el balance parcial de materia seca del trigo limpio en la etapa de humectación para determinar la cantidad de trigo húmedo a la salida de esta etapa. Luego, se calculó el volumen de agua ingresada en base al balance general de este proceso. Para ello se consideraron los porcentajes de humedad promedio del trigo limpio que ingresa al proceso y el trigo húmedo a la salida de la etapa.

Figura 2

Balance parcial de materia seca del trigo limpio en la etapa de humectación



Balance general:

Trigo limpio + Agua = Trigo húmedo

$$A + X1 = B$$

Balance parcial de materia seca de trigo para determinar la salida de trigo húmedo:

$$7850 \text{ Kg} (1-0.135) + X1 = B (1-0.162)$$

$$6790.25 \text{ Kg} = (0.838) B$$

$$\text{Trigo húmedo} = 8102.92 \text{ Kg/h}$$

Balance general para el cálculo del ingreso de agua:

$$A + X1 = B$$

$$7850 \text{ Kg} + X1 = 8102.92 \text{ Kg/h}$$

$$X1 = 252.92 \text{ Kg}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de humectación en el balance real se presentan a continuación:

Tabla 4

Resultados obtenidos en el balance real en la etapa de humectación en el año 2019

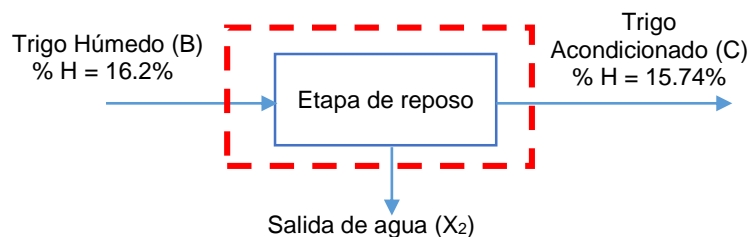
Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Limpio	A	7850	13.5
Trigo Húmedo	B	8102.92	16.2
Ingreso de Agua	X1	252.92	100

Nota: Muestra los datos de la etapa de humectación en el balance real en el año 2019, por lo que se consumieron 252.92 Kg de agua por hora, teniendo en cuenta 13.5% de humedad de trigo limpio.

En la etapa de reposo, se calculó la cantidad de trigo acondicionado realizando el balance parcial de materia seca del trigo. Posteriormente, se realizó el balance total del proceso para determinar la cantidad de agua que se pierde en esta etapa, para ello se consideraron los datos históricos de los promedios de las humedades obtenidas con 24 horas de reposo a una temperatura ambiental de 21.33°C y 82% de humedad relativa según datos históricos registrados en la ciudad de Trujillo durante los meses febrero, junio y noviembre del 2019. (Ver anexo 6)

Figura 3

Balance parcial de materia seca del trigo limpio en la etapa de reposo



Balance general:

$$\text{Trigo húmedo} = \text{Salida de agua} + \text{Trigo acondicionado}$$
$$B = X_2 + C$$

Balance parcial de materia seca de trigo para determinar la salida de

trigo húmedo:

$$8102.92 \text{ Kg } (1-0.1620) = X_2 + C (1-0.1574)$$

$$6790.25 = 0.8426 C$$

$$C = 8058.69 \text{ Kg/h}$$

Balance general para el cálculo de la salida de agua:

$$B = X_2 + C$$

$$8102.92 \text{ Kg} = X_2 + 8054.83 \text{ Kg}$$

$$X_2 = 44.24 \text{ Kg/h}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de reposo en el balance real se presentan a continuación:

Tabla 5

Resultados obtenidos en el balance real en la etapa de reposo en el año 2019

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Húmedo	B	8102.92	16.2
Trigo Acondicionado	C	8058.69	15.74
Salida de Agua	X2	44.24	100

Nota: Muestra los datos de la etapa de reposo en el balance real en el año 2019, por lo que hubo una pérdida de agua de 44.24 Kg de agua por hora.

Se calcularon las variaciones del porcentaje de humedad del trigo entre la salida y el ingreso de la etapa de reposo tomando en cuenta los datos históricos obtenidos en el año 2019 (Ver anexo 7). Los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Análisis estadístico de la variación de humedad entre el trigo acondicionado y el trigo húmedo en la etapa de reposo en el balance real del año 2019

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	VALOR
Media	0.50
Desviación estándar	0.08
Coefficiente de variación	15.21%
Margen de error	0.03
Límite inferior	0.48
Límite superior	0.53

Nota: Se considera que la pérdida de agua en el proceso de reposo es de alta estabilidad debido a que los datos presentan un coeficiente de variación menor a 20%. Por lo tanto, se tomará el promedio para los cálculos posteriores.

En la etapa de molienda se cuenta con una línea de ingreso (trigo acondicionado) y tres líneas de salida (harina, afrecho y agua). La harina se considera el producto principal, el afrecho es el subproducto y el agua que representa la pérdida de humedad propia del proceso. Para realizar el balance de la etapa se tomaron en cuenta los datos históricos de la productividad parcial del trigo en el año 2019 y se determinó la cantidad de harina y afrecho que se obtiene en relación al trigo empleado. Los resultados de la relación entre el trigo limpio ingresado y la cantidad de harina y afrecho obtenidos se detallan en la tabla 7.

Tabla 7

Porcentajes de conversión de trigo a harina y afrecho en el balance real del año 2019

Mes	Trigo consumido en TM	Producción de harina en TM.	Producción de afrecho en TM.	Productividad de harina.	Productividad de afrecho.
Enero	2889.05	2292.42	620.16	79.35%	21.47%
Febrero	3520.00	2789.82	750.36	79.26%	21.32%
Marzo	3408.95	2678.36	740.88	78.57%	21.73%
Abril	3856.60	3050.54	825.76	79.10%	21.41%
Mayo	3764.89	2953.93	790.63	78.46%	21.00%
Junio	3830.75	3012.42	838.40	78.64%	21.89%
Julio	3445.10	2710.24	752.08	78.67%	21.83%
Agosto	3893.55	3110.00	818.28	79.88%	21.02%
Setiembre	4734.45	3794.14	986.80	80.14%	20.84%
Octubre	4285.10	3358.21	935.79	78.37%	21.84%
Noviembre	3917.22	3110.41	848.78	79.40%	21.67%
Diciembre	4158.52	3312.47	909.40	79.66%	21.87%
PROMEDIO				79.12%	21.49%

Nota: Del total de trigo ingresado el 79.12% se convierte en harina y el 21.49% se transforma en afrecho.

Con los datos de conversión se encontraron las cantidades de harina y afrecho producidos en una hora, los resultados se presentan a continuación:

Tomando como base una hora, el trigo abastecido es 7850 Kg de trigo limpio:

$$\bullet \text{ Productividad de harina} = \frac{\text{Harina obtenida}}{\text{Trigo empleado}} \times 100$$

$$79.12\% = \frac{\text{Harina obtenida}}{7850 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\text{Harina obtenida} = 6210.92 \text{ Kg/h}$$

- $Productividad\ de\ afrecho = \frac{Afrecho}{Trigo\ empleado} \times 100$

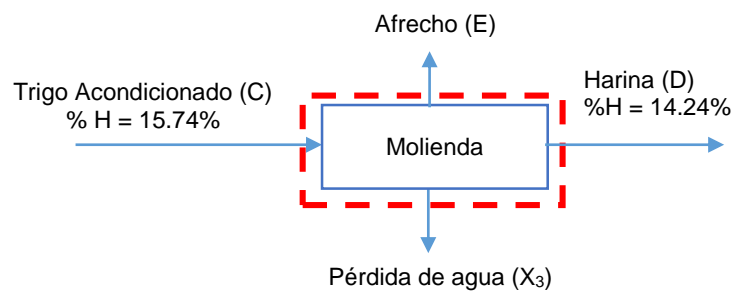
$$21.49\% = \frac{Afrecho}{7850\ Kg} \times 100$$

$$Afrecho = 1686.97\ Kg/h$$

Luego, se calculó la cantidad de agua que se pierde en el proceso de molienda mediante un balance general de materiales. Finalmente, se determinó la composición del afrecho realizando un balance parcial de agua:

Figura 4

Balance general de materiales en etapa de molienda



Balance general:

$$C \longrightarrow D + E + X_3$$

$$8054.83 = 6210.92 + 1686.97 + X_3$$

$$X_3 = 160.80\ Kg/h$$

Balance parcial de agua para el cálculo del porcentaje de humedad que se obtiene en el subproducto:

$$0.1574C \longrightarrow 0.1424D + (a) E + 1 X_3$$

$$8058.69 \times (0.1574) = 6210.92 \times (0.1424) + 1686.97 (a) + 160.80 \times (1)$$

$$1268.595 = 1686.97 (a) + 1045.235$$

$$1267.83 = 1686.97 (a) + 1041.37$$

$$223.36 = 1686.97 (a)$$

$$a = 13.23 \%$$

Los resultados obtenidos en la etapa de molienda en el balance real se presentan a continuación:

Tabla 8

Resultados obtenidos en el balance real en la etapa de molienda en el año 2019

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Acondicionado	C	8058.69	15.74
Afrecho	D	1686.97	13.23
Pérdida de agua	X ₃	160.80	100
Harina	E	6210.92	14.24

Nota: Muestra los datos de la etapa de molienda en el balance real en el año 2019, donde hubo una pérdida de agua de 160.80 Kg de agua por hora, además se obtuvo 6210.92 Kg de harina por hora y 1686.97 Kg de afrecho por hora.

Así mismo, en la etapa de molienda, se determinó la variación de la humedad en el trigo que ingresa (trigo condicionado) y la harina debido al volumen de agua que se pierde como resultado de la fricción entre el trigo acondicionado y los martillos de los molinos en un proceso continuo a 21.33°C y humedad relativa de 82% (Temperatura y humedad relativa promedio durante los meses de febrero, junio y noviembre.) (Ver Anexo 6) lo cual permitió evaluar la variabilidad del proceso. Para ello se tomaron los datos históricos de las humedades en los meses de febrero, junio y noviembre. (Ver anexo 8). Los resultados se muestran la tabla 9.

Tabla 9

Análisis estadístico de la variación de humedad entre la harina y el trigo acondicionado en la etapa de molienda en el año 2019

Parámetros estadísticos	Valor
Media	1.50
Desviación estándar	0.13
Coefficiente de variación	8.6%
Margen de error	0.04
Límite superior al 95% de confianza	1.54
Límite inferior al 95% de confianza	1.46

Nota: El coeficiente de variación determina que se trata de una población homogénea por lo tanto se tomará el promedio para los cálculos respectivos.

Finalmente, se realizó un consolidado de los resultados obtenidos en cada uno de los balances realizados para el año 2019 los cuales se muestran en la tabla 10.

Tabla 10

Consolidado de datos del balance real realizado en la línea de harina para el año 2019

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Limpio	A	7850	13.5
Trigo Húmedo	B	8102.92	16.20
Trigo Acondicionado	C	8058.69	15.74
Ingreso de Agua	X1	252.92	100
Salida de Agua	X2	44.24	100
Afrecho	D	1686.97	13.23
Pérdida de agua	X3	160.80	100
Harina	E	6210.92	14.24

Nota: De acuerdo al balance realizado, en el año 2019 se consumieron 252.92 Kg de agua por hora, con los cuales se obtuvieron 6210.92 Kg de harina al 14,24% de humedad.

Cálculo del volumen de agua que se debió emplear en el año 2019 en la etapa de humectación.

A través de este cálculo se busca llegar al valor de especificación establecido por la empresa para el porcentaje de humedad en la harina (14.4%) con una variación aceptable de $\pm 0.05\%$. Con este valor se alcanzará la máxima productividad de harina en el proceso debido a que si se excede el 14.5% se estaría infringiendo la Norma Técnica Peruana (NTP 205.058:2015), la cual establece 14.5% como porcentaje máximo de humedad para la harina de trigo, además de involucrar un riesgo de proliferación de mohos y levaduras.

Para realizar el balance de materiales se consideran la pérdida de agua en las etapas de reposo y molienda como datos constantes del proceso tomando los resultados obtenidos en el balance real de materiales del año 2019, el cual indica que se pierden 44.24 Kg/h del total de agua ingresada en el trigo acondicionado y en la etapa de molienda, se eliminan 160.80 Kg/h.

Partiendo de la etapa de molienda, podemos decir que la humedad del trigo acondicionado es la sumatoria de la humedad de harina en el producto final, la humedad del afrecho y la cantidad de agua perdida por las características y condiciones propias del proceso (160.80 Kg/h).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el año 2019, existe una relación directa entre la cantidad de harina obtenida y el afrecho de acuerdo a como se detalla en la tabla 11, considerando las siguientes condiciones ambientales (T: 21.33°C y HR: 82% - ver anexo 6).

Tabla 11

Porcentaje de producción de afrecho con respecto a la producción de harina en el balance teórico del año 2019

MES	Producción de harina en TM	Producción de afrecho en TM	Porcentaje de producción de afrecho con respecto a la harina
Enero	2292.42	620.16	27.05%
Febrero	2789.82	750.36	26.90%
Marzo	2678.36	740.88	27.66%
Abril	3050.54	825.76	27.07%
Mayo	2953.93	790.63	26.77%
Junio	3012.42	838.40	27.83%
Julio	2710.24	752.08	27.75%
Agosto	3110.00	818.28	26.31%
Setiembre	3794.14	986.80	26.01%
Octubre	3358.21	935.79	27.87%
Noviembre	3110.41	848.78	27.29%
Diciembre	3312.47	909.40	27.45%
PROMEDIO			27.17%

Nota: Por cada 100 Kg de harina producida se obtienen 27.17 Kg de afrecho.

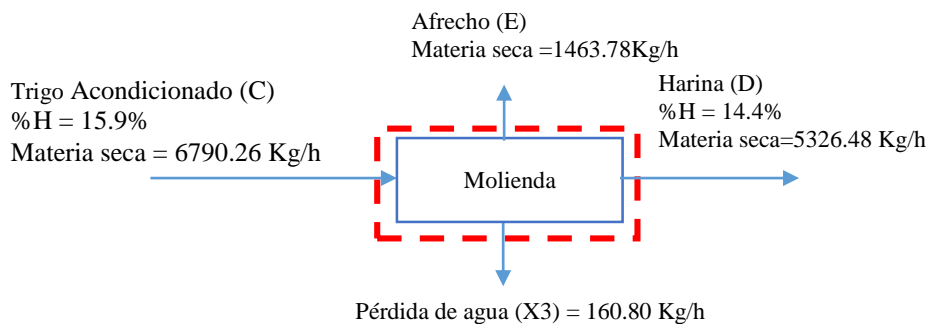
En base a los resultados obtenidos planteamos lo siguientes:

$$D = 27.17\% E$$

A partir de esta equivalente, se calculó la cantidad de harina, afrecho y el porcentaje de humedad de afrecho. Los resultados del nuevo balance se muestran a continuación:

Figura 5

Balance nuevo en la etapa de molienda



Dato:

$$E = 27.17\% D$$

Balance general:

$$C = D + E + X3$$

$$6790.26 \times \frac{100}{100-15.9} = D + 0.2717 D + 160.80$$

$$8074.03 = 1.2717 D + 160.80$$

$$D = 6222.53 \text{ Kg de harina/hora.}$$

En base a este resultado, la cantidad de afrecho es:

$$E = 0.2717 D$$

$$E = 0.2717 (6222.53)$$

$$E = 1690.66 \text{ Kg de afrecho/ hora.}$$

En base a los resultados obtenidos, calcularemos el porcentaje de agua del afrecho mediante un balance parcial de agua:

$$C X_c = X3 + D X_d + E X_e$$

$$8074.02 (0.159) = 160.80 + 1690.66 (X_d) + 6222.53 (0.144)$$

$$X_d = 13.42\%$$

Los resultados obtenidos en la etapa de molienda en el balance teórico se presentan a continuación:

Tabla 12

Resultados obtenidos en el balance teórico en la etapa de molienda del año 2019

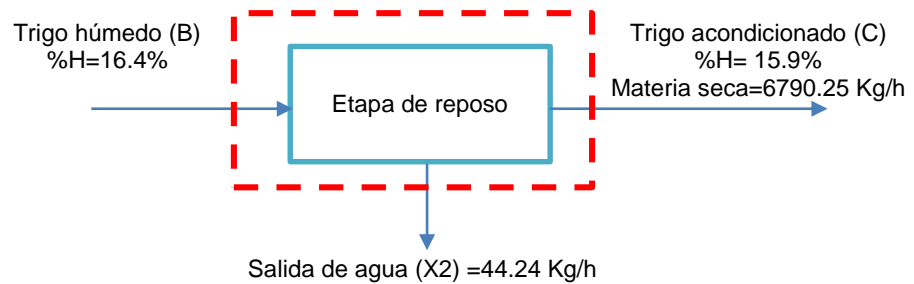
Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Acondicionado	C	8073.99	15.90
Afrecho	D	1690.66	13.42
Pérdida de agua	X3	160.80	100
Harina	E	6222.53	14.4

Nota: Muestra los datos de la etapa de molienda en el balance teórico en el año 2019, donde se obtuvo 6222.53 Kg de harina por hora y 1690.66 Kg de afrecho por hora.

En la etapa de reposo, se calculó la cantidad de trigo húmedo. Los resultados del nuevo balance se muestran a continuación:

Figura 6

Cantidad de trigo húmedo en nuevo balance en la etapa de reposo



Balance general:

$$B \longrightarrow C + X2$$

$$B = C + X2$$

$$B = 8073.99 + 44.24$$

$$B = 8118.22 \text{ Kg/h}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de reposo en el balance teórico se presentan a continuación:

Tabla 13

Resultados obtenidos en el balance teórico en la etapa de reposo del año 2019

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Húmedo	B	8118.22	16.4
Trigo Acondicionado	C	8073.99	15.9
Salida de Agua	X2	44.24	100

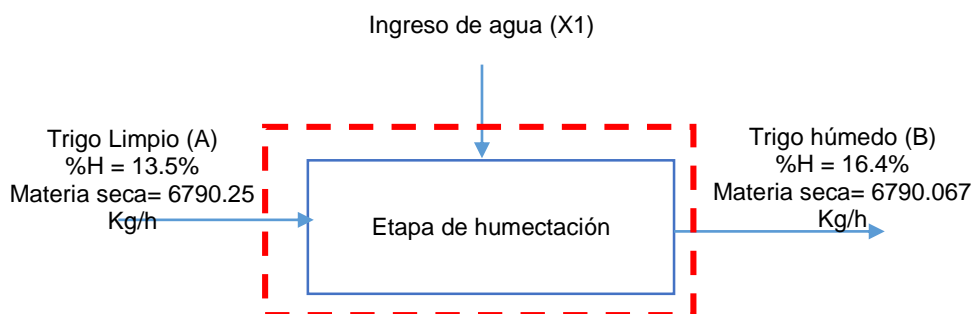
Nota: Muestra los datos de la etapa de reposo en el balance teórico en el año 2019, donde se consideró una humedad de 16.4% en el trigo acondicionado, como un valor apropiado para incrementar la productividad de trigo.

En la etapa de humectación, se calculó el volumen de agua esperado.

Los resultados del nuevo balance se muestran a continuación:

Figura 7

Balance nuevo en etapa de humectación



Balance general:

$$A + X1 \longrightarrow B$$

$$A + X1 = B$$

$$7850 + X1 = 8118.22$$

$$X1 = 268.22 \text{ Kg/h}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de humectación en el balance teórico se presentan a continuación:

Tabla 14

Resultados obtenidos en el balance teórico en la etapa de humectación del año 2019

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Limpio	A	7850	13.5
Trigo Húmedo	B	8118.22	16.4
Ingreso de Agua	X1	268.22	100

Nota: Muestra los datos de la etapa de humectación en el balance teórico en el año 2019, donde se obtuvo una pérdida de 268.22 Kg de agua por hora, considerando una humedad de 16.4% en el trigo húmedo.

Finalmente, se realizó un consolidado de los resultados obtenidos en cada uno de los balances realizados para el año 2019 los cuales se muestran a continuación:

Tabla 15

Consolidado de datos del balance teórico realizado en la línea de harina para el año 2019

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Limpio	A	7850.00	13.50
Trigo Húmedo	B	8118.22	16.40
Trigo Acondicionado	C	8073.99	15.90
Ingreso de Agua	X1	268.22	100
Salida de Agua	X2	44.24	100
Afrecho	D	1690.66	13.42
Pérdida de agua	X3	160.80	100
Harina	E	6222.53	14.40

Nota: De acuerdo al balance realizado, en el año 2019 se debió consumir 268.22 Kg de agua por hora, con los cuales se debieron haber obtenido 6222.53 Kg de harina al 14,4% de humedad.

Cálculo de volumen de agua teórico para el año 2020

Hemos aplicado la misma metodología para el año 2020: balance de materiales teórico y real, después de la aplicación del balance de materiales. El balance teórico se inició recolectando información de

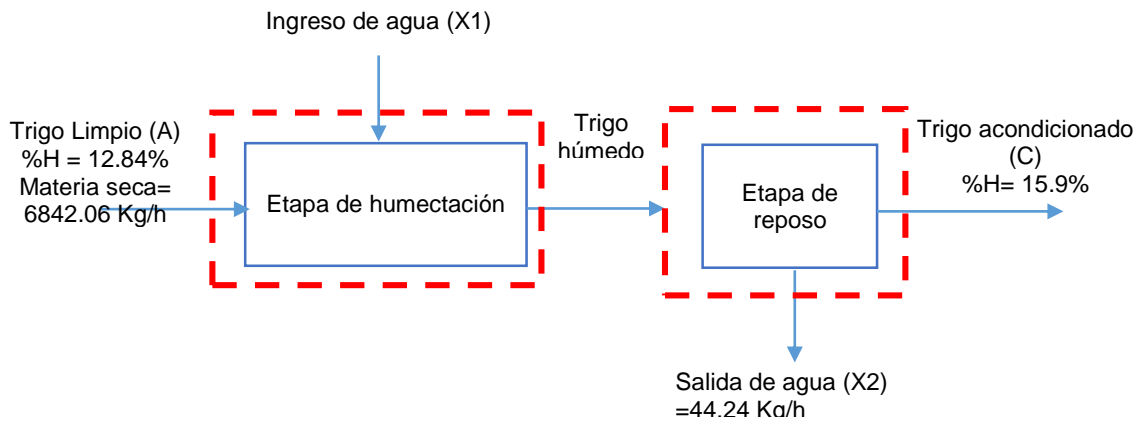
humedades de trigo seco, húmedo, acondicionado y de harina en el producto final de los meses febrero, junio y noviembre como data para la evaluación (Ver Anexo 9).

Partiendo del diagrama de balance de materiales efectuado para el año 2020 (ver anexo 4), se consideró la pérdida de humedad de trigo húmedo al acondicionado, como un valor estándar en la etapa de reposo, mientras que la pérdida de humedad en la etapa de molienda fue tomada como la diferencia de humedad de trigo acondicionado con la harina en el producto final, además el valor de la harina en 14.4 %, ya que este es la humedad de trabajo de la empresa con un rango de + - 0.05. (Ver anexo 10). Se consideró la cantidad de trigo limpio ingresado por hora: 7850 Kg considerando el número de veces que es accionada la balanza en una hora.

Iniciamos el balance teórico en las etapas de humectación y reposo teniendo como datos la cantidad de trigo limpio y su porcentaje de humedad (tomado como dato promedio de la data histórica proporcionada por la empresa), la cantidad de agua que sale de la etapa de reposo según los datos obtenidos en el año 2020 (44.24 Kg/h) y el porcentaje de humedad en el trigo limpio según los datos históricos proporcionados por la empresa. Los resultados fueron los siguientes:

Figura 8

Balance teórico en las etapas de humectación y reposo



El valor de la Humedad en el trigo acondicionado se ha obtenido con la humedad establecida por la empresa más la pérdida de humedad en la etapa de molienda (14.4% + 1.5% = 15.9%).

El balance General:

$$A + X1 - X2 \longrightarrow C$$

Balance parcial de trigo seco en cada componente para el cálculo de la cantidad de trigo acondicionado:

$$A + \cancel{X1} - \cancel{X2} \longrightarrow C$$

$$7850 \frac{\text{Kg Trigo}}{h} (100\% - 12.84\%) = C (100\% - 15.9\%)$$

$$C = 8135.62 \frac{\text{Kg Trigo acondicionado}}{h}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de humectación y reposo en el balance teórico se presentan a continuación:

Tabla 16

Resultado del balance teórico en la etapa de humectación y reposo en el año 2020

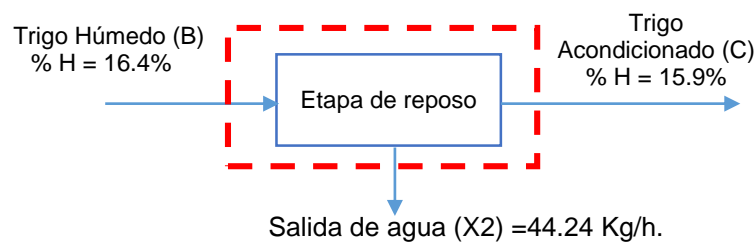
Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Limpio	A	7850	12.84
Trigo Acondicionado	C	8135.62	15.9

Nota: Muestra los datos de la etapa de humectación y reposo en el balance teórico en el año 2020, donde se consideró 15.9% de humedad en el trigo acondicionado, dicho valor se tomó en cuenta teniendo presente la pérdida de humedad en la etapa de reposo en el año 2020, como valor estándar.

El segundo enfoque se realizó en la etapa de reposo de trigo húmedo, para lo cual se consideró un tiempo de reposo de 24 horas (Cantidad de horas establecida por la empresa), a una temperatura ambiental de 22°C y 85% de humedad relativa según datos históricos registrados en la ciudad de Trujillo durante los meses febrero, junio y noviembre de 2020 (ver anexo 11). Los resultados fueron:

Figura 9

Balance teórico en la etapa de Reposo



Balance general:

$$\text{Trigo húmedo} = \text{Salida de agua} + \text{Trigo acondicionado}$$

$$B = X2 + C$$

$$B = 44.24 + 8135.62$$

$$B = 8179.86 \frac{\text{Kg Trigo húmedo}}{h}$$

Balance parcial de materia seca de trigo para determinar el porcentaje de humedad de trigo húmedo:

$$B X_b = X_2 + C X_c$$

$$8179.86 (X_b) = 44.24 + 8135.62 (15.9\%)$$

$$X_b = 1341.65/8183.81$$

$$X_b = 16.4\%$$

Los resultados obtenidos en la etapa de reposo en el balance teórico se presentan a continuación:

Tabla 17

Resultado del balance teórico en la etapa de Reposo en el año 2020

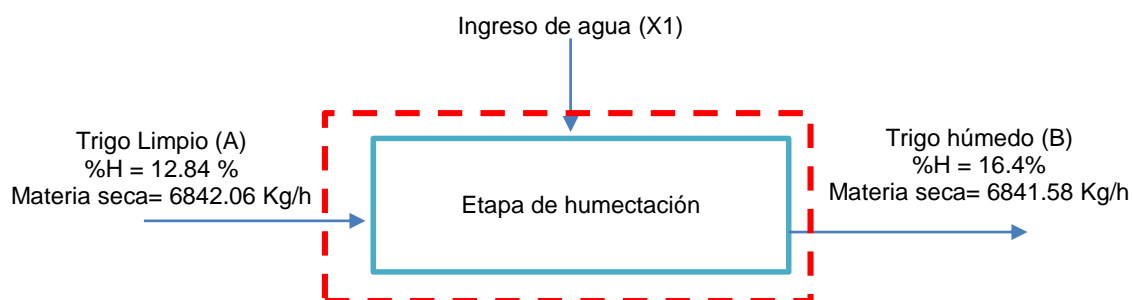
Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Húmedo	B	8179.86	16.4
Trigo Acondicionado	C	8135.62	15.9
Salida de Agua	X2	44.24	100

Nota: Muestra los datos de la etapa de reposo en el balance teórico en el año 2020, donde se consideró 44.24 Kg de agua por hora como pérdida estándar obtenida en el año 2020.

El tercer enfoque se realizó en el cálculo del volumen de agua dado en la etapa de humectación, teniendo en cuenta la cantidad de ingreso de trigo limpio y húmedo. Los resultados fueron los siguientes:

Figura 10

Balance teórico en la etapa de humectación



Balance general:

$$A \longrightarrow B + X1$$

$$A = B + X1$$

$$7850 = 8179.86 + X181$$

$$X1 = 329.86 \frac{\text{Kg de agua}}{\text{h}}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de humectación en el balance teórico se presentan a continuación:

Tabla 18

Resultado del balance teórico en la etapa de humectación en el año 2020

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Limpio	A	7850	12.84
Trigo Húmedo	B	8179.86	16.4
Ingreso de Agua	X1	329.86	100

Nota: Muestra los datos de la etapa de humectación en el balance teórico en el año 2020, donde se obtuvo un ingreso de 329.86 Kg de agua por hora para obtener una humedad de 16.4 % en el trigo Húmedo.

En la etapa de molienda, considerando un proceso de cuatro roturas consecutivas en molinos de rodillos marca Simón y su post-tamizaje en zarandas de la misma marca para la recuperación y reingreso de

sémolas y acemite, se calculó la producción obtenida de harina y afrecho, teniendo en cuenta la productividad dada para producto resultante en esta etapa:

Tomando como base una hora, el trigo abastecido es 7850 Kg de trigo limpio:

- $Productividad\ de\ harina = \frac{Harina\ obtenida}{Trigo\ empleado} \times 100$

$$80.74\% = \frac{Harina\ obtenida}{7850\ Kg} \times 100$$

$$Harina\ obtenida = 6338.09\ Kg/h$$

- $Productividad\ de\ afrecho = \frac{Afrecho}{Trigo\ empleado} \times 100$

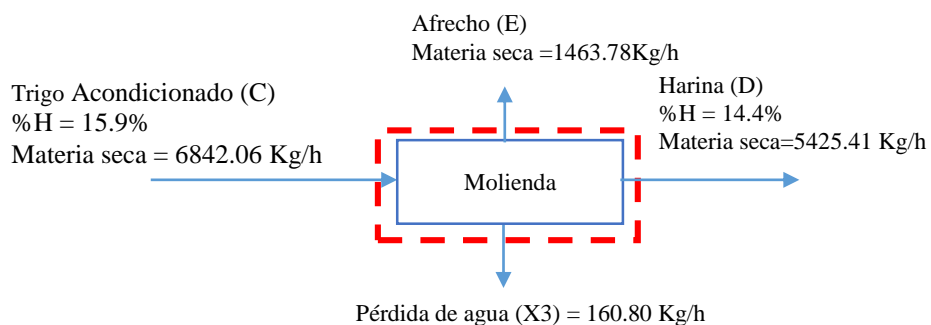
$$20.85\% = \frac{Afrecho}{7850\ Kg} \times 100$$

$$Afrecho = 1636.725\ Kg/h$$

Para culminar se halló el porcentaje de humedad del afrecho. Los resultados fueron lo siguiente:

Figura 11

Balance teórico 2020 en la etapa de molienda



Balance general:

$$C \longrightarrow D + E + X3$$

Balance parcial de agua para el cálculo del porcentaje de humedad que se obtiene en el subproducto:

$$C \longrightarrow D + E + X3$$

$$8135.62 \times 0.1590 = 1636.725 (a) + 6338.09 \times (0.144) + X5 \times (100)$$

$$1293.56 = 1636.725 (a) + 912.685 + 160.80$$

$$1293.56 = 1636.725 (a) + 1073.485$$

$$220.075 = 1636.725 (a)$$

$$a = 13.45 \%$$

Los resultados obtenidos en la etapa de molienda en el balance teórico se presentan a continuación:

Tabla 19

Resultados del balance de materiales teórico en la etapa de molienda en el año 2020

Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Acondicionado	C	8135.62	15.9
Afrecho	D	1636.725	13.45
Pérdida de agua	X3	160.8	100
Harina	E	6338.09	14.4

Nota: Muestra los datos de la etapa de molienda en el balance teórico en el año 2020, donde se obtuvo 6338.09 Kg de harina por hora y 1636.725 Kg de afrecho por hora.

El balance de materiales aplicado en el 2020 en el enfoque teórico, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 20*Resultados del balance de materiales teórico en el año 2020*

Datos	Letra	Producción Kg/h	H%
Trigo limpio	D	7850.00	12.84
Trigo húmedo	E	8179.86	16.4
Trigo Acondicionado	F	8135.62	15.9
Ingreso de Agua	X3	329.86	100
Salida de Agua	X4	44.24	100
Afrecho	I	1636.73	13.45
Pérdida de agua	X5	160.80	100
Harina	G	6338.09	14.4

Nota: Muestra los datos consolidados del balance general teórico de cada etapa productiva de la línea de harina de trigo en el año 2020.

Cálculo de volumen de agua real para el año 2020

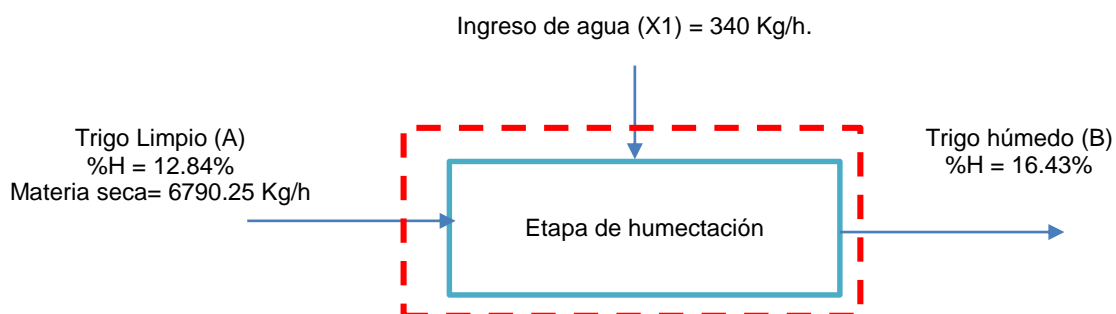
Para el balance de materiales Real, se consideró la misma alimentación de trigo limpio, por lo que es un valor estándar de la empresa además se ha considerado la pérdida de humedad del trigo húmedo al acondicionado, como un valor estándar en la etapa de reposo (valor calculado en el balance de materiales del 2019), mientras que la pérdida de humedad en la etapa de molienda fue tomado como la diferencia de humedad de trigo acondicionado con la harina (producto final), del año 2019, y el valor de la harina en 14.4%, ya que este es la humedad de trabajo de la empresa con un rango de + - 0.05.

En la primera fase del desarrollo se consideró la misma alimentación de trigo limpio, empleado para el año 2019: 7850 kg por hora.

El primer enfoque considerado dentro del balance de materiales se realizó en la etapa de humectación, para ello se tomó los datos reales obtenidos como promedio en los meses de enero y febrero del año 2020 (ver anexo 8), y se calculó la cantidad de trigo húmedo. Los resultados fueron:

Figura 12

Balance real en la etapa de humectación



La materia seca que ingresa al proceso se mantiene constante en la corriente Trigo húmedo por ello se procede a calcular el flujo total teniendo en cuenta este dato:

$$\text{Trigo húmedo} = 6842.06 / (100 - 16.43)$$

$$\text{Trigo húmedo} = 8187.22 \text{ Kg/h}$$

Balance general:



$$\text{Trigo limpio} + \text{Agua} = \text{Trigo Húmedo}$$

$$6790.25 + X1 = 8187.22$$

$$X1 = 337.22$$

Los resultados obtenidos en la etapa de molienda en el balance real se presentan a continuación:

Tabla 21

Resultado del balance real en la etapa de humectación en el año 2020

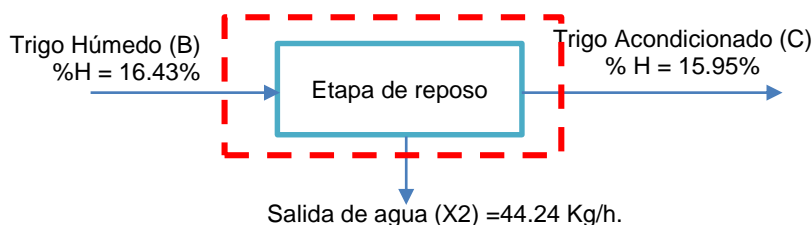
Datos	Letra	Producción (Kg/h)	H%
Trigo Limpio	A	7850	12.84
Trigo Húmedo	B	8187.22	16.43
Ingreso de Agua	X1	337.22	100

Nota: Muestra los datos de la etapa de humectación en el balance teórico en el año 2020, donde se obtuvo un ingreso de 337.22 Kg de agua por hora para obtener una humedad de 16.43 % en el trigo Húmedo.

El siguiente enfoque se realizó en la etapa de reposo de trigo y se calculó la cantidad de trigo acondicionado, para ello se tomaron las humedades obtenidas como promedio de la base de datos durante los meses en estudio (Ver Anexo 9). Los resultados fueron:

Figura 13

Balance real en la etapa de reposo



$$T. \text{ húmedo} = T. \text{ acondicionado} + \text{Salida de agua}$$

$$8187.22 = C - 44.24$$

$$T. \text{ acondicionado (C)} = 8231.46 \frac{\text{Kg de T. acondicionado}}{h}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de reposo en el balance real se presentan a continuación:

Tabla 22

Resultado del balance real en la etapa de reposo en el año 2020

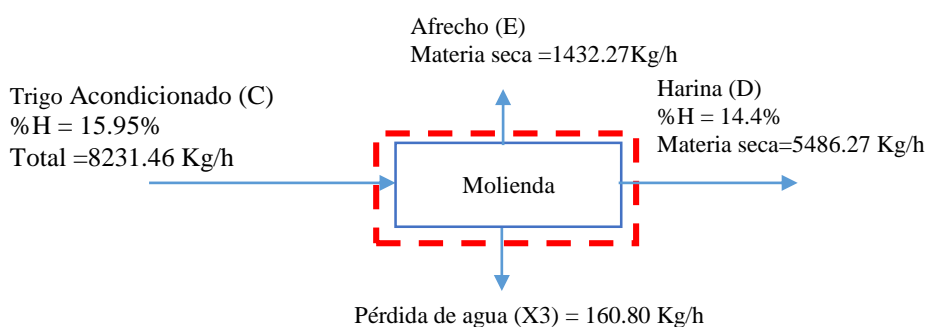
Datos	Letra	Producción Kg/h	H%
Trigo húmedo	B	8187.22	16.40
Trigo Acondicionado	C	8231.46	15.95
Salida de Agua	X2	44.24	100

Nota: Muestra los datos de la etapa de reposo en el balance real en el año 2020, donde se consideró 44.24 Kg de agua por hora como pérdida estándar obtenida en el año 2020.

El tercer enfoque se realizó en la etapa de molienda de trigo, se calculó la cantidad de harina y afrecho por hora, y se tomaron los datos de trigo acondicionado calculado anteriormente y la pérdida de agua. Los resultados del balance de materiales obtenidos en la parte real, se muestran a continuación:

Figura 14

Balance de materiales 2020 real en la etapa de molienda



Balance general:

$$C \longrightarrow D + E + X3$$

$$8231.46 = D + E + 160.8$$

$$D + E = 8070.66 \text{ kg /hora.... (I)}$$

Balance parcial (base seca):

$$C \longrightarrow D + E + X3$$



$$8231.46 (100\%-15.95\%) = D (100\%-13.60\%) + E (100\%-14.45\%)$$

$$6918.54 = D (86.40\%) + E (85.55\%)... (II)$$

Para el cálculo de la cantidad de harina, realizaremos un sistema de ecuaciones, tomando en cuenta I y II:

$$8070.66 = D + E \dots \dots \dots \times (86.40\%)$$

$$6918.54 = D (86.40\%) + E (85.55\%) \dots \dots \dots \times (-1)$$

$$6973.05 = 0.8640 I + 0.8640 E$$

$$-6918.54 = -0.8640 I - 0.8555 E$$

$$54.51 = 0.0085 E$$

$$E = 6412.94 \text{ kg de Harina / hora.}$$

Con el cálculo de harina, podemos calcular la cantidad de afrecho.

$C \quad \longrightarrow \quad D + E + X3$

$$8231.46 = D + 6412.94 + 160.8$$

$$D = 1657.72 \text{ Kg de afrecho/hora.}$$

Los resultados obtenidos en la etapa de molienda en el balance real se presentan a continuación:

Tabla 23*Resultado del balance real en la etapa de molienda en el año 2020*

Datos	Letra	Producción Kg/h	H%
Trigo Acondicionado	C	8231.46	15.95
Afrecho	D	1657.72	13.60
Pérdida de agua	X3	160.80	100
Harina	E	6338.09	14.45

Nota: Muestra los datos de la etapa de molienda en el balance real en el año 2020, donde se obtuvo 6338.09 Kg de harina por hora, 1657.72 Kg de afrecho por hora y una pérdida de agua de 160.80 Kg de agua por hora.

El balance de materiales aplicado en el 2020 en el enfoque real, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 24*Resultados del balance de materiales teórico en el año 2020*

Datos	Letra	Producción Kg/h	H%
Trigo limpio	D	7850.00	12.84
Trigo húmedo	E	8187.22	16.43
Trigo Acondicionado	F	8231.46	15.95
Ingreso de Agua	X3	337.22	100
Salida de Agua	X4	44.24	100
Afrecho	I	1657.72	13.60
Pérdida de agua	X5	160.80	100
Harina	G	6412.94	14.45

Nota: Muestra los datos consolidados del balance general real de cada etapa productiva de la línea de harina de trigo en el año 2020.

Después del balance de materiales obtenidos en el año 2020, se realizó una comparación, por lo que los resultados se muestran a continuación:

Tabla 25

Resultados de % de humedad obtenidos en el balance de materiales teórico y real en el año 2020

Datos	Real	Teórico	e%
Trigo limpio	12.84	12.84	0.00 %
Trigo Húmedo	16.43	16.4	0.18 %
Trigo Acondicionado	15.95	15.9	0.31%
Afrecho	13.60	13.45	1.12 %
Harina	14.45	14.4	0.35 %

Nota: El resultado del error porcentual en el trigo limpio, se debe que en ambos balances se ha considerado el mismo valor.

4.3. Resultado del objetivo específico N.º 3: Medir la productividad de trigo en el nuevo proceso de humectación en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.

Para el cálculo de la productividad de trigo, se ha considerado la producción obtenida de harina, afrecho y trigo en el año 2020 (Ver anexo 12). En el cálculo de la productividad se ha tomado el cociente de la producción de harina con la producción de trigo empleado mensualmente en el año 2020. Los resultados de la productividad de trigo obtenida en el año 2020, se muestran a continuación:

Tabla 26*Productividad de trigo mensual en el año 2020*

Mes	Producción de harina en TM	Producción de afrecho en TM.	Total, de producción en TM	Producción de trigo en TM.	Productividad
Ene	2,482.88	660.24	3,143.12	3,102.40	80.03%
Feb	2518.04	660.44	3,178.48	3,134.15	80.34%
Mar	3089.2	811.28	3,900.48	3,842.65	80.39%
Abr	3145.161	820	3,965.16	3,903.25	80.58%
May	3118.241	795.08	3,913.32	3,854.93	80.89%
Jun	3325.293	835.36	4,160.65	4,085.25	81.40%
Jul	4085.918	1,021.32	5,107.24	5,010.60	81.55%
Ago	3241.51	823.83	4,065.34	4,017.34	80.69%
Set	3478.54	868.78	4,347.32	4,286.85	81.14%
Oct	3147.52	801.85	3,949.37	3,885.83	81.00%
Nov	3841.61	999.41	4,841.02	4,780.49	80.36%
Dic	3683.12	956.34	4,639.46	4,576.86	80.47%
TOTAL	39,157.03	10,053.93	49,210.96	48,480.60	80.74%

Nota: En el año 2020 la productividad parcial promedio de la harina fue de 80.74%.

4.4. Resultado del objetivo específico N.º 4: Determinar los beneficios del balance de materiales en la productividad de trigo en la línea de harina de la empresa COGORNO S.A.

La aplicación de esta técnica de ingeniería en la línea de harina, obtuvo un aumento en la productividad de trigo del año 2019 al 2020, los resultados se muestran tanto en la línea de harina, afrecho y a nivel global

Tabla 27*Impacto monetario en la línea de harina*

Año	Producción de harina (sacos).	Harina		
		% Humedad de harina.	Costo promedio por saco.	Ingreso monetario de harina
2019	395226.78	14.24%	S/80.00	S/31,618,142.40
2020	435294.64	14.45%	S/80.00	S/34,823,571.20
Diferencia	40067.86	-	S/80.00	S/3,205,408.8

El balance de materiales también tuvo un impacto positivo sobre la línea de afrecho, los resultados se muestran en la tabla 28.

Tabla 28*Impacto monetario en la línea de afrecho*

Año	Producción de afrecho (sacos).	Afrecho	
		Costo promedio por saco.	Ingreso monetario de afrecho
2019	107100	S/50.00	S/5,355,000
2020	112074.4	S/50.00	S/5,603,720
Diferencia	4974.4	S/50.00	S/248,720

Tabla 29*Impacto monetario en la línea de harina y afrecho*

AÑO	Total de producción (harina y afrecho).	Ingreso total
2019	502326.78	S/36,973,142.40
2020	547369.04	S/40,427,291.20
Diferencia de ingreso		S/3,454,148.80

V. DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de análisis de los datos obtenidos en nuestra investigación. Estos resultados muestran la mejora general que se obtuvo tras el análisis de la variable dependiente e independiente tras la aplicación del balance de materiales en etapa de humectación y los resultados obtenidos en nuestros antecedentes tomados como modelo.

- ❖ Los resultados obtenidos en esta investigación, muestran que la humedad del trigo limpio para el proceso productivo de la harina tiene un efecto significativo en la humedad del producto final. Según Rodríguez (2015), los resultados que obtuvo en su investigación fueron de 15.85 % de humedad relativa en el trigo apto para la molienda, para obtener una harina que cumpla con las expectativas del mercado. Por otro lado, nuestra investigación realizada en la aplicación de balance de materiales para el año 2019 la humedad del trigo acondicionado fue de 15.74% considerando una humedad de 13.5% para el trigo limpio, y para el año 2020 la humedad del trigo antes del proceso de molienda fue de 15.9%, considerando una humedad de 12.84% de trigo limpio. En un análisis de error porcentual teniendo en cuenta las tres humedades de trigo acondicionado, en una primera comparación, tomando como referencia el valor obtenido según Rodríguez (2015) y nuestro resultado en el año 2019, se obtuvo un error porcentual 0.694%, mientras que en una segunda comparación, considerando el valor obtenido según Rodríguez y nuestro resultado en el año 2020, se obtuvo un valor de error porcentual 0.3154%, por lo que los resultados estiman que la aplicación de la herramienta de balance de materiales en el año 2020, fueron 54.6 % más acertados de acuerdo a la tesis evaluada, lo que nos garantiza una mayor precisión y confiabilidad en la obtención de un trigo apto para la molienda.
- ❖ Los resultados obtenidos, muestran que la humedad relativa del trigo limpio, como factor que no se puede controlar, y el volumen de agua que ingresa en el proceso productivo, puede afectar el nivel de productividad de trigo en la línea de harina. Según Martínez y Paredes (2012), en su

investigación concluyeron que la producción de harina de trigo en Guayaquil, obtuvo un nivel medio de 70% de productividad. En nuestra investigación, los resultados obtenidos en el año 2019 en el análisis de balance de materiales, la productividad de trigo fue 79.12%, y con respecto al afrecho 21.49%, empleando 252.92 kilogramos de agua por hora, mientras que el año 2020, la productividad de trigo en relación a la harina fue 80.74% y con respecto al afrecho fue de 20.84%, en relación a la producción de harina empleando 340 kilogramos de agua por hora. En los resultados inferidos notamos que la productividad de trigo tuvo un aumento de 1.62 %, mientras que la productividad de afrecho tuvo una disminución de 0.65 %, lo cual quiere decir que el nivel de producción de harina aumentó del año 2019 al 2020, mientras que el nivel de producción de afrecho disminuyó en el mismo periodo evaluado. Este resultado evidencia que para el año 2020 la empresa obtuvo mayores ingresos debido a que vendió más harina.

- ❖ En el análisis de nuestra investigación se evidencian que la humedad en la materia prima y por ende la evaluación de la productividad del trigo en el proceso de molienda, por lo que según Bühler (2014), en su investigación de estos factores en la materia prima concluye que el nivel de productividad de trigo en el proceso productivo debe ser 81% categorizándose como un nivel eficiente en el proceso de molienda. Por otro lado, la investigación realizada en el año 2019, se obtuvo 79.12% de productividad de trigo, teniendo en cuenta que la humedad relativa del trigo limpio en el ingreso del proceso productivo fue de 13.5%, y en el año 2020 los resultados fueron 80.74% de productividad de trigo con 12.84% de humedad relativa en el trigo limpio. Los resultados que se obtuvieron en el año 2019 fue basándose a la experiencia del encargado de molino, mientras que, en el año 2020, se basó en la aplicación del balance de materiales, esta diferencia permitió obtener un aumento de 1.62% en la productividad de trigo, teniendo en cuenta la variación de humedades presentes en el trigo limpio en cada año. Por lo tanto, se obtiene una diferencia de En el análisis de error porcentual nuestros resultados obtenidos en la presente investigación y los resultados de Bühler, demuestran que la aplicación del balance de materiales en el

año 2020 obtuvo 0.32%, mientras que basándose en la experiencia aplicada en el 2019 obtuvo 2.32% de error. De acuerdo a los resultados obtenidos se estiman que la aplicación de la herramienta de balance de materiales permitirá reducir hasta en un 86.21% de error comparados con los resultados basados en la experiencia y poder obtener una mayor confiabilidad en la productividad de trigo categorizándose como un nivel eficiente en el proceso de molienda.

- ❖ Los resultados obtenidos en el estudio, evidencian que la variable independiente (trigo limpio) en el proceso de humectación en cada una de las tesis evaluadas es un factor importante, porque nos permite evaluar el ingreso volumétrico de agua, para obtener una humedad uniforme en el trigo acondicionado, y por ende en el producto final. La humedad establecida por la Norma Técnica Peruana (NTP) es de 14.5%, por lo que, según los resultados en la aplicación del balance de materiales en esta etapa del proceso productivo, el resultado obtenido es de 14.4%, es decir 0.69% por debajo del valor máximo permitido por la Norma. En el análisis del año 2019, la humedad en el producto final no era uniforme, por lo que esta variación incluso superaba la humedad máxima. El producto observado ingresaba nuevamente al sistema como reproceso, incrementando los costos directos, además estos resultados afectaban la productividad de trigo en la línea de harina.

CONCLUSIONES

- ❖ En la descripción de la situación actual, el área crítica es la etapa de humectación, debido a que nos permitirá tener un control de nuestra variable dependiente, para poder incrementar la productividad de trigo en la línea de harina de la empresa. Además, el nivel de producción obtenida de harina, afrecho y la cantidad de trigo empleado en el año 2019, se obtuvo que la productividad parcial de trigo para la producción de harina fue: 79.12% y de afrecho: 21.49%.

- ❖ En el análisis del volumen de agua agregada en la etapa de humectación en el proceso durante el 2019, se obtuvo como valor teórico 252.92 kilogramos de agua por hora y como volumen real que se debió emplear fue 268.22 kilogramos de agua por hora, es decir una diferencia de 15.30 kilogramos de agua por hora, mientras que, durante el 2020, se obtuvo un volumen teórico de 329.86 kilogramos de agua y un volumen real empleado de 337.22 kilogramos de agua por hora, tendiendo una diferencia de 7.36 kilogramos de agua. La diferencia de volumen de agua obtenida se debe a que, en el año 2019, se aplicaba el conocimiento empírico basado en la experiencia, mientras que los resultados dados en el año 2020, se ve la aplicación de una herramienta de ingeniería: balance de materiales. En conclusión, la experiencia del personal basado en los resultados obtenidos en el análisis del volumen de agua estuvo reflejado en el nivel de producción en el año 2019, es decir que la empresa dejó de generar ingresos en ese periodo.

- ❖ En nuestro análisis realizado en la presente investigación se concluye que la humedad presente en la materia prima (trigo limpio), y el adecuado volumen de agua en la etapa de humectación pueden afectar la productividad de trigo. La evaluación realizada en el año 2019, considerando una humedad relativa de 13.5% en el trigo limpio, y un volumen de agua de 252.92 kilogramos por hora, se obtuvo una productividad parcial de harina: 79.12%, mientras que, en el año 2020, se consideró una humedad relativa de 12.84% en el trigo limpio y un volumen de agua de 329.86 kilogramos por hora, se alcanzó una productividad de 80.74%, esta diferencia se debe a que en el año 2019, los resultados se

basaron a la experiencia del personal encargado, mientras que en el año 2020, se aplicó la balance de materiales.

- ❖ En el análisis de los resultados obtenidos se concluyó que el área crítica es la etapa de humectación, por lo que la aplicación del balance de materiales en el año 2020 fue beneficioso tanto a nivel de producción como monetario, debido a que evaluando la producción de harina de ambos años se observó que tuvo un aumento de 40,067.86 sacos lo cual esto permitió tener un ingreso de 3,205,408.8 soles anuales, mientras que en la evaluación de afrecho se obtuvo una diferencia de 4,974.4 sacos lo cual implica un ingreso de 248,720 soles obteniendo un incremento total de 3,454,148.8 soles en la producción global de harina y afrecho.

RECOMENDACIONES

- ❖ La empresa Cogorno utiliza trigo importado cada cierto periodo de tiempo, como resultado de su plan de producción en el mercado nacional. De acuerdo al flujograma de la empresa, cada vez que ingresa trigo nuevo al área asignada se realiza análisis de la materia prima, para conocer de forma el estado del producto: humedad relativa, gluten, falling number, etc. Una vez que el trigo ingresa al proceso productivo inicia con la limpieza del trigo, por lo que se recomienda que para la aplicación del balance de materiales, se deberán tomar como mínimo cinco muestras de la humedad relativa del producto, y evaluar la variabilidad de la humedad en cada punto de muestreo, y poder contar con una humedad aproximada para evaluar el volumen de agua necesario ingresante en el etapa de humectación, y obtener un incremento en la productividad de trigo en la línea de harina.
- ❖ Se recomienda que para el cálculo del balance de materiales en cada etapa del proceso productivo se debe de considerar los valores tomados como estándar en el análisis del año 2019, para la alteración de la aplicación.

REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

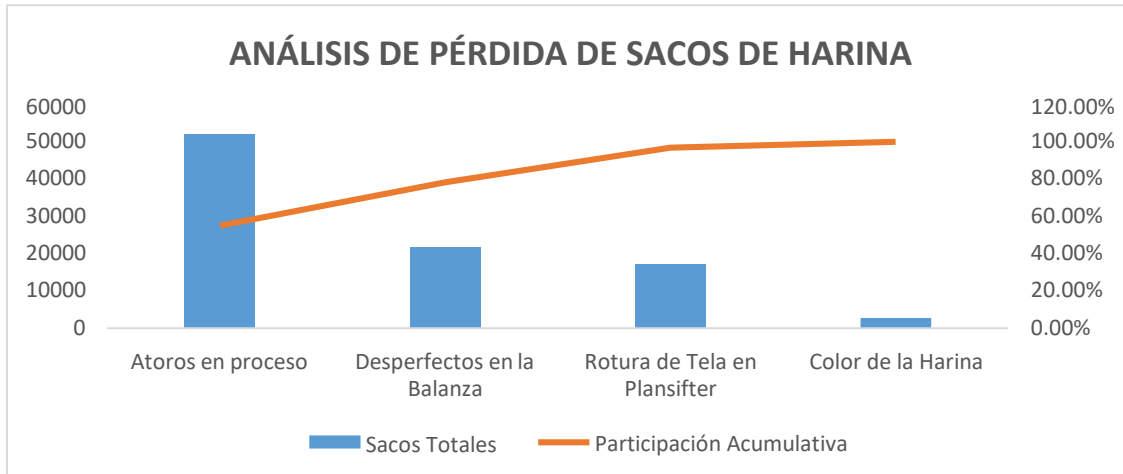
- Ana Cristina, D., Dolly Lucía, G., & María Fabiana, S. (2018). Balance de Masa. En *Introducción a la Ingeniería* (págs. 1-21). San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan.
- Becerra Solano, E. R., & Tuñoque Santamaria, Y. E. (2018). *Influencia de la Variedad de Trigo (Triticum Aestivum) sobre la Calidad Panadera de la harina producida en la Empresa Alimenta Perú S.A.C.* Tesis Título, Universidad Pedro Ruiz Gallo, Ingeniería Química, Lambayeque. Recuperado el 15 de noviembre de 2019, de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2120/BC-TESTMP-990.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Daniel, S. (Enero de 2021). *Ripleybelieves*. Recuperado el 19 de Enero de 2021, de <https://es.ripleybelieves.com/top-wheat-producing-countries-1546>
- Denis Jannet, d. I. (2017). *Desarrollo de la premezcla de harina de trigo duro obtenida por procesos de Nixtamalizado tradicional y modificado*. Tesis Título, Universidad autónoma del estado de México, Químico en alimentos, México. Recuperado el 31 de diciembre de 2019, de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67745>
- Guadalupe Chaquilla, Q., R. R., Ana María, M. W., & Jorge Nemesio, M. R. (2018). Propiedades y posibles aplicaciones de las proteínas de. En *Biotecnología y Ciencias Agropecuarias* (Primera ed., págs. 137-147). Recuperado el 12 de Diciembre de 2019, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v12n2/2007-7858-cuat-12-02-137.pdf>
- José, S., Guadalupe, D., Sagrario, Q., & Geidy, G. (Junio de 2019). Elementos de competitividad sistemática y la relación costo privado. México, México: ISSN. Recuperado el 01 de febrero de 2021, de <file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/Dialnet-ElementosDeCompetitividadSistemicaYLaRelacionCosto-7144025.pdf>
- Mantilla Sanchez, A. T., & Quizpe Pizarro, S. C. (2018). *Estudios de Métodos de Trabajo para aumentar la Productividad en la línea de Producción de la empresa pesquera artesanal de Chimbote*. Tesis Título, Universidad Cesar Vallejo, Ingeniería Industrial, Chimbote. Recuperado el 30 de enero de 2021, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27576/Mantilla_SAT-Quizpe_PSC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moreda, P. (2020). *Ingeniería de Manufactura*. Universidad Nacional de la Plata, Área Departamental Mecánica, La Plata. Recuperado el 02 de 01 de 2021, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/97916/Documento_com%20Opleto.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ramos Chávez, C. M., & Mamani Yanque, L. Y. (2018). *Evaluación para el procesamiento P.O.S. y balance de materia en una empresa procesadora de harina y aceite de pescado*. Tesis Título, Universidad Nacional de San Agustín, Ingeniería de Química, Arequipa. Recuperado el 15 de 01 de 2021
- Rebecca, S. (25 de Febrero de 2019). Trigo: Estadísticas de 2018 y Perspectivas para el 2019. *Milling and Grain*. Obtenido de <http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/BalanceDeMasa.pdf>
- (s.f.). *Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001*. International Organization for Standardization. Recuperado el Noviembre de Febrero de 2019

ANEXOS

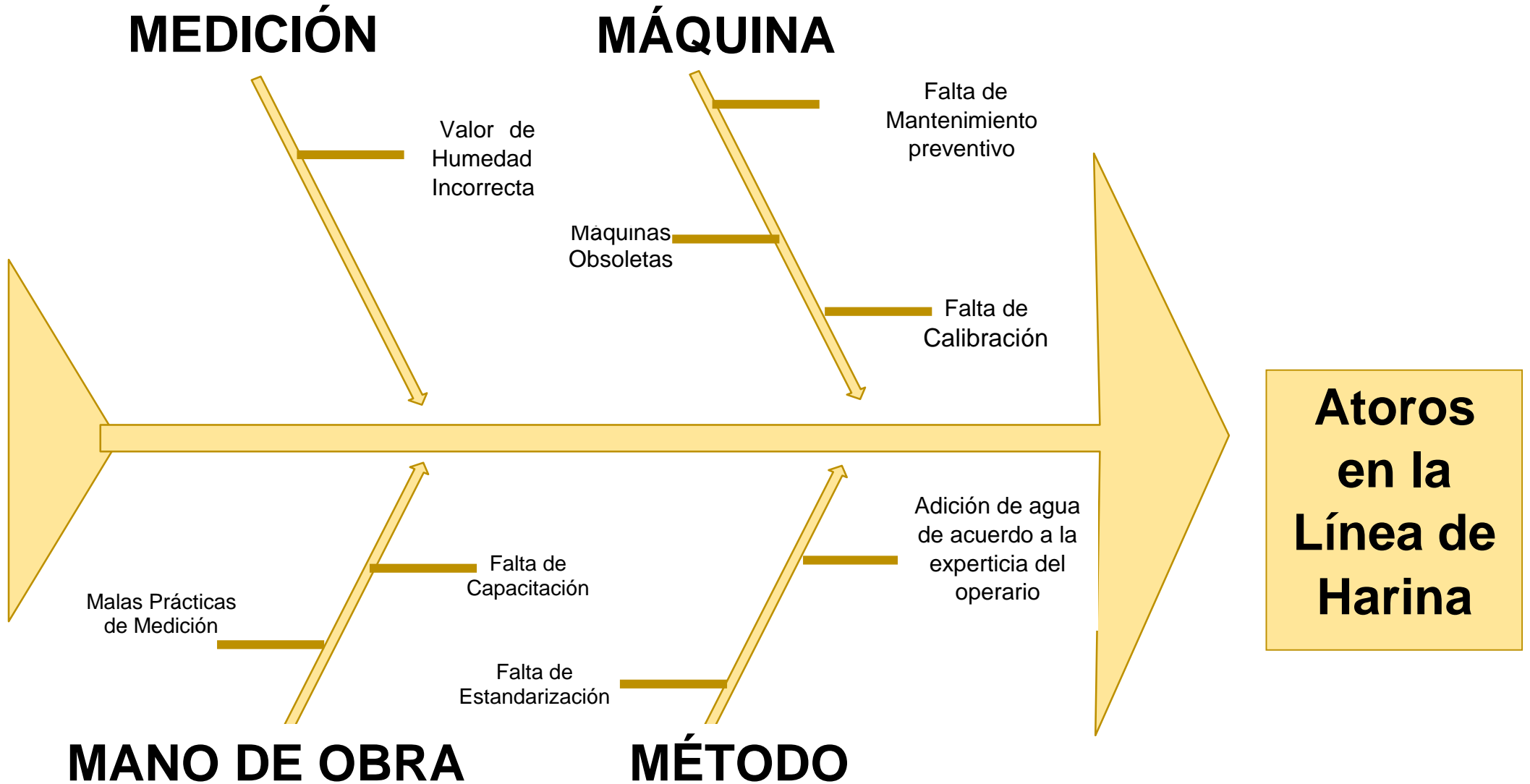
Anexo 1

Diagrama de Pareto de Análisis de pérdida de sacos de harina



Anexo 2

Diagrama de Ishikawa para el análisis de causas de atoros en la línea de harina



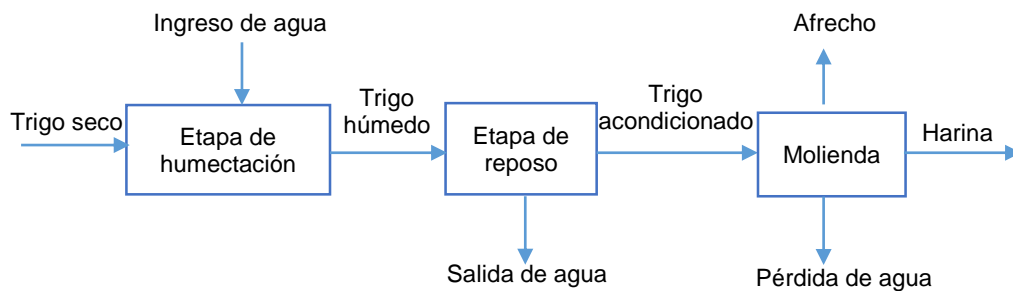
Anexo 3

Producción de harina, afrecho y trigo utilizado en el año 2019

Mes	Consumo de trigo en TM.	Producción de harina en TM	Producción de afrecho en TM.	Total de producción en TM
Enero	2889.05	2292.42	620.16	2912.58
Febrero	3520.00	2789.82	750.36	3540.18
Marzo	3408.95	2678.36	740.88	3419.24
Abril	3856.60	3050.54	825.76	3876.30
Mayo	3764.89	2953.93	790.63	3744.56
Junio	3830.75	3012.42	838.40	3850.82
Julio	3445.10	2710.23	752.08	3462.31
Agosto	3893.55	3110.00	818.28	3928.28
Setiembre	4734.45	3794.14	986.80	4780.94
Octubre	4285.10	3358.21	935.79	4294.00
Noviembre	3917.22	3110.41	848.78	3959.19
Diciembre	4158.52	3312.47	909.40	4221.87
TOTAL	45704.18	36172.95	9817.32	45990.27

Anexo 4

Diagrama de bloques del proceso productivo de harina



Anexo 5

Porcentaje de humedad de trigo y harina en febrero, junio y noviembre de 2019 en la empresa Cogorno S.A.

Fecha	H% Trigo limpio	H% Trigo húmedo.	H% Trigo acondicionado.	H% Harina – Producto final.
5-Feb	13.36	16.22	15.76	14.21
6-Feb	13.2	16.3	15.72	14.1
7-Feb	13.47	16.18	15.68	14.37
9-Feb	13.34	16.26	15.7	14.15
10-Feb	13.34	16.25	15.72	14.17
12-Feb	13.48	16.2	15.72	14.35
13-Feb	13.02	16.2	15.76	14.11
14-Feb	13.27	16.29	15.77	14.41
15-Feb	13.36	16.32	15.64	14.18
17-Feb	13.41	16.27	15.74	14.32
18-Feb	13.13	16.22	15.8	14.35
19-Feb	13.09	16.26	15.72	14.4
23-Feb	13.97	16.2	15.76	14.09
24-Feb	13.24	16.25	15.74	14.29
25-Feb	13.77	16.25	15.72	14.19
26-Feb	13.17	16.3	15.78	14.34
27-Feb	13.17	16.21	15.71	14.07
3-Jun	13.55	16.29	15.86	14.39
4-Jun	13.36	16.25	15.72	14.22
5-Jun	13.69	16.2	15.78	14.39
6-Jun	13.66	16.26	15.7	14.05
7-Jun	13.45	16.3	15.73	14.12
8-Jun	13.62	16.3	15.66	14.39
9-Jun	13.3	16.2	15.75	14.36
10-Jun	13.45	16.28	15.74	14.37
13-Jun	13.46	16.24	15.8	14.34
14-Jun	13.43	16.3	15.74	14.15
15-Jun	13.57	16.21	15.74	14.37
16-Jun	13.57	16.25	15.7	14.29
17-Jun	13.68	16.2	15.78	14.1
18-Jun	13.61	16.28	15.76	14.02
19-Jun	13.82	16.3	15.71	14.41
20-Jun	13.83	16.24	15.68	14.2
23-Jun	13.85	16.3	15.78	14.42
24-Jun	13.75	16.29	15.68	14.15
25-Jun	13.8	16.28	15.68	14.18

26-Jun	13.8	16.24	15.7	14.04
27-Jun	13.91	16.2	15.67	14.17
28-Jun	14.31	16.23	15.8	14.12
29-Jun	13.76	16.2	15.84	14.38
30-Jun	13.87	16.24	15.64	14.05
2-Nov	13.65	16.18	15.82	14.17
3-Nov	13.8	16.2	15.76	14.22
4-Nov	13.79	16.24	15.77	14.14
5-Nov	13.48	16.24	15.8	14.25
6-Nov	13.45	16.3	15.6	14.14
7-Nov	13.54	16.21	15.76	14.25
8-Nov	13.4	16.16	15.74	14.28
10-Nov	13.26	16.25	15.8	14.29
11-Nov	13.44	16.3	15.87	14.32
12-Nov	13.09	16.24	15.77	14.52
13-Nov	13.85	16.19	15.78	14.63
15-Nov	12.9	16.25	15.8	14.07
16-Nov	12.87	16.2	15.8	14.09
17-Nov	14.16	16.18	15.7	14.2
20-Nov	13.2	16.3	15.66	14.05
25-Nov	13.1	16.24	15.7	14.17
30-Nov	13.1	16.18	15.8	14.38

Anexo 6

Temperatura y humedad promedio en el año 2019

TEMPERATURA Y HUMEDAD PROMEDIO - 2019			
MES	TEMPERATURA		HUMEDAD
	MINIMA	MAXIMA	RELATIVA
	(°C)	(°C)	(H%)
Febrero	21	26	82
Junio	24	28	81
Noviembre	19	25	83

Anexo 7

Humedad perdida en la etapa de reposo: trigo húmedo a trigo acondicionado en el año 2019

FECHA	H% TRIGO HUMEDO	H% TRIGO ACONDICIONADO	%HUMEDAD PERDIDA
5-Feb	16.22	15.76	0.46
6-Feb	16.3	15.72	0.58
7-Feb	16.18	15.68	0.5
9-Feb	16.26	15.7	0.56
10-Feb	16.25	15.72	0.53
12-Feb	16.2	15.72	0.48
13-Feb	16.2	15.76	0.44
14-Feb	16.29	15.77	0.52
15-Feb	16.32	15.64	0.68
17-Feb	16.27	15.74	0.53
18-Feb	16.22	15.8	0.42
19-Feb	16.26	15.72	0.54
23-Feb	16.2	15.76	0.44
24-Feb	16.25	15.74	0.51
25-Feb	16.25	15.72	0.53
26-Feb	16.3	15.78	0.52
27-Feb	16.21	15.71	0.5
2-Jun	16.29	15.86	0.43
3-Jun	16.25	15.72	0.53
4-Jun	16.2	15.78	0.42
5-Jun	16.26	15.7	0.56
6-Jun	16.3	15.73	0.57
7-Jun	16.3	15.66	0.64
8-Jun	16.2	15.75	0.45
9-Jun	16.28	15.74	0.54
10-Jun	16.24	15.8	0.44
13-Jun	16.3	15.74	0.56
14-Jun	16.21	15.74	0.47
15-Jun	16.25	15.7	0.55
16-Jun	16.2	15.78	0.42
17-Jun	16.28	15.76	0.52
18-Jun	16.3	15.71	0.59
19-Jun	16.24	15.68	0.56
20-Jun	16.3	15.78	0.52
23-Jun	16.29	15.68	0.61
24-Jun	16.28	15.68	0.6

25-Jun	16.24	15.7	0.54
26-Jun	16.2	15.67	0.53
27-Jun	16.23	15.8	0.43
28-Jun	16.2	15.84	0.36
29-Jun	16.24	15.64	0.6
30-Jun	16.18	15.82	0.36
2-Nov	16.2	15.76	0.44
3-Nov	16.16	15.62	0.54
4-Nov	16.24	15.77	0.47
5-Nov	16.24	15.8	0.44
6-Nov	16.3	15.6	0.7
7-Nov	16.21	15.76	0.45
8-Nov	16.16	15.74	0.42
10-Nov	16.25	15.8	0.45
11-Nov	16.3	15.87	0.43
12-Nov	16.24	15.77	0.47
13-Nov	16.19	15.78	0.41
15-Nov	16.25	15.8	0.45
16-Nov	16.2	15.8	0.4
17-Nov	16.18	15.7	0.48
20-Nov	16.3	15.66	0.64
25-Nov	16.24	15.7	0.54
30-Nov	16.18	15.8	0.38

Anexo 8

Porcentaje de humedad perdida durante la etapa de molienda 2019

Fecha	H% Trigo Acondicionado	H% Harina – Producto final	% Humedad perdida.
5-Feb	15.76	14.21	1.55
6-Feb	15.72	14.1	1.62
7-Feb	15.68	14.37	1.31
9-Feb	15.7	14.15	1.55
10-Feb	15.72	14.17	1.55
12-Feb	15.72	14.35	1.38
13-Feb	15.76	14.11	1.65
14-Feb	15.77	14.41	1.36
15-Feb	15.64	14.18	1.46
17-Feb	15.74	14.32	1.42
18-Feb	15.8	14.35	1.45
19-Feb	15.72	14.4	1.32
23-Feb	15.76	14.09	1.67
24-Feb	15.74	14.29	1.45
25-Feb	15.72	14.19	1.53
26-Feb	15.78	14.34	1.44
27-Feb	15.71	14.07	1.64
3-Jun	15.86	14.39	1.47
4-Jun	15.72	14.22	1.5
5-Jun	15.78	14.39	1.39
6-Jun	15.7	14.05	1.65
7-Jun	15.73	14.12	1.61
8-Jun	15.66	14.39	1.27
9-Jun	15.75	14.36	1.39
10-Jun	15.74	14.37	1.37
13-Jun	15.8	14.34	1.46
14-Jun	15.74	14.15	1.59
15-Jun	15.74	14.37	1.37
16-Jun	15.7	14.29	1.41
17-Jun	15.78	14.1	1.68
18-Jun	15.76	14.02	1.74
19-Jun	15.71	14.41	1.3
20-Jun	15.68	14.2	1.48
23-Jun	15.78	14.42	1.36
24-Jun	15.68	14.15	1.53
25-Jun	15.68	14.18	1.5
26-Jun	15.7	14.04	1.66
27-Jun	15.67	14.17	1.5

28-Jun	15.8	14.12	1.68
29-Jun	15.84	14.38	1.46
30-Jun	15.64	14.05	1.59
2-Nov	15.82	14.17	1.65
3-Nov	15.76	14.22	1.54
4-Nov	15.77	14.14	1.63
5-Nov	15.8	14.25	1.55
6-Nov	15.6	14.14	1.46
7-Nov	15.76	14.25	1.51
8-Nov	15.74	14.28	1.46
10-Nov	15.8	14.29	1.51
11-Nov	15.87	14.32	1.55
12-Nov	15.77	14.52	1.25
13-Nov	15.78	14.63	1.15
15-Nov	15.8	14.07	1.73
16-Nov	15.8	14.09	1.71
17-Nov	15.7	14.2	1.5
20-Nov	15.66	14.05	1.61
25-Nov	15.7	14.17	1.53
30-Nov	15.8	14.38	1.42

Anexo 9

Porcentaje de humedad de trigo y harina en el año 2020

Mes	H% Trigo limpio	H% Trigo húmedo	H% Trigo acondicionado	H% Harina – Producto final
5-Feb	12.9	16.5	16.01	14.48
6-Feb	12.85	16.45	15.95	14.44
7-Feb	12.78	16.5	16.02	14.43
8-Feb	12.85	16.47	16.07	14.46
9-Feb	12.84	16.47	16.07	14.45
10-Feb	12.8	16.35	15.95	14.44
11-Feb	12.75	16.48	16.04	14.42
12-Feb	12.88	16.49	16.03	14.4
13-Feb	12.86	16.5	16.01	14.46
14-Feb	12.85	16.47	15.96	14.42
15-Feb	12.79	16.5	16.01	14.44
16-Feb	12.84	16.42	15.94	14.42
17-Feb	12.88	16.35	15.95	14.46
18-Feb	12.84	16.5	15.98	14.42
19-Feb	12.74	16.54	15.98	14.46
20-Feb	12.87	16.29	15.88	14.44
21-Feb	12.79	16.45	15.95	14.46
22-Feb	12.83	16.5	15.99	14.41
23-Feb	12.75	16.5	15.98	14.48
24-Feb	12.9	16.47	15.92	14.43
26-Feb	12.86	16.45	15.91	14.45
27-Feb	12.88	16.41	15.91	14.48
3-Jun	12.9	16.44	15.94	14.45
4-Jun	12.86	16.44	15.95	14.43
5-Jun	12.86	16.42	16	14.49
6-Jun	12.88	16.43	15.97	14.43
7-Jun	12.82	16.5	16.04	14.46
8-Jun	12.89	16.48	16.02	14.42
10-Jun	12.86	16.5	16.01	14.48
11-Jun	12.79	16.49	16.04	14.46
12-Jun	12.84	16.42	15.91	14.44
13-Jun	12.88	16.4	15.9	14.42
14-Jun	12.83	16.46	15.97	14.48
15-Jun	12.87	16.49	15.97	14.43
16-Jun	12.86	16.44	15.94	14.44
17-Jun	12.84	16.46	15.96	14.46
19-Jun	12.83	16.46	16.06	14.46

20-Jun	12.78	16.42	15.94	14.4
21-Jun	12.83	16.34	15.9	14.46
22-Jun	12.9	16.42	15.92	14.46
23-Jun	12.8	16.44	15.9	14.42
24-Jun	12.84	16.54	15.94	14.44
27-Jun	12.78	16.52	16.02	14.47
29-Jun	12.9	16.48	15.95	14.43
2-Nov	12.9	16.23	15.78	14.46
3-Nov	12.86	16.48	16.04	14.47
4-Nov	12.79	16.46	15.94	14.48
5-Nov	12.74	16.33	15.89	14.41
6-Nov	12.84	16.45	15.97	14.48
8-Nov	12.81	16.45	15.92	14.46
9-Nov	12.85	16.44	15.99	14.48
10-Nov	12.86	16.46	16	14.45
12-Nov	12.75	16.25	15.85	14.47
13-Nov	12.83	16.41	15.93	14.43
14-Nov	12.85	16.4	15.91	14.48
15-Nov	12.79	16.4	15.88	14.48
17-Nov	12.82	16.42	15.92	14.44
18-Nov	12.88	16.44	16	14.44
19-Nov	12.77	16.33	15.88	14.4
20-Nov	12.86	16.49	15.97	14.4
21-Nov	12.75	16.42	15.95	14.41
22-Nov	12.82	16.43	15.94	14.42
23-Nov	12.84	16.23	15.83	14.47
25-Nov	12.82	16.38	15.89	14.42
27-Nov	12.89	16.44	15.94	14.42
28-Nov	12.77	16.37	15.9	14.48
29-Nov	12.87	16.39	15.92	14.4
30-Nov	12.88	16.35	15.88	14.47

Anexo 10

Valores estandarizados obtenidos en el balance de materiales en el 2019, para el cálculo del volumen de agua teórico y real para el año 2020

	H%	Cantidad agua en litros
Pérdida de humedad en la etapa de reposo	0.5 %	48.09
Pérdida de humedad en la etapa de molienda	1.50%	156.94
Harina – producto final	14.4%	-

Anexo 11

Datos de temperatura y humedad promedio en el año 2020

Mes	Temperatura		Humedad relativa (H%)
	Mínima (°C)	Máxima (°C)	
Febrero	19	25	85
Junio	17	20	88
Noviembre	16	19	87

Anexo 12

Producción de harina, afrecho y trigo utilizado en el año 2020.

Mes	Consumo de trigo en TM.	Producción de harina en TM	Producción de afrecho en TM.	Total de producción en TM
Ene	3102.40	2,482.88	660.24	3143.12
Feb	3134.15	2518.04	660.44	3178.48
Mar	3842.65	3089.20	811.28	3900.48
Abr	3903.25	3145.16	820.00	3965.16
May	3854.93	3118.24	795.08	3913.32
Jun	4085.25	3325.29	835.36	4160.65
Jul	5010.60	4085.91	1021.32	5107.24
Ago	4017.24	3241.51	823.83	4065.34
Set	4287.08	3478.54	868.78	4347.32
Oct	3885.83	3147.52	801.85	3949.37
Nov	4780.50	3841.61	999.41	4841.02
Dic	4577.01	3683.12	956.34	4639.46
TOTAL	26933.23	21764.73	5603.72	27368.45