



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN**

Aplicación del TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina  
atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTOR(ES):**

Castro Pérez, Ronal Orlando (ORCID: 0000-0002-4473-4802)

Ortega Sánchez, Peter Michael (ORCID: 0000-0001-7086-4734)

**ASESOR:**

Mag. Ing. Molina Vílchez, Jaime Enrique (ORCID: 0000-0001-7320-0618)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

**2020**

## Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por guiarme y protegerme siempre, a mi madre por siempre guiarme por el camino correcto para poder salir adelante, mi hermana de la cual anhelo que sea una profesional y mi familia en general que me apoyo en esta etapa tan importante para mí.

Peter Ortega Sánchez

Para poder ser Ingeniero Industrial he vivido cinco años de mucha intensidad entre alegrías, tristezas y muchas horas de trajín, mientras mi familia perdió mi compañía esos años.

Mi amor por vosotros jamás en juicio puso, el sacrificio entendió y por eso lo logre sin suplico.

Ronal Castro Pérez

## Agradecimiento

Dios, tu bondad y tu amor no tienen límite, me permites sonreír ante todos mis logros que son únicamente el resultado de tu ayuda.

Cada momento vivido en todos estos años, son simplemente únicos, cada oportunidad de corregir un error, la oportunidad de que cada mañana pueda empezar de nuevo.

Agradezco a mis verdaderos amigos que hasta el último momento nunca se separaron de mí, y demostraron que al final más que futuros colegas llegaríamos a ser verdaderos y únicos amigos.

Agradezco de forma general a todos mis profesores por sus enseñanzas impartidas en clases, hoy esas enseñanzas serán reflejadas en este trabajo que tan anhelado hemos esperado.

Peter Ortega Sánchez

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios. Eres quien guía el destino de mi vida.

Agradezco a mi familia por el impulso para emprender este reto, a mis hijos por darme ese plus y motivo de seguir adelante.

Ronal Castro Pérez

## Índice de contenido

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2 Variables y operacionalización.....	17
3.3 Población, muestra y muestreo.....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5 Procedimientos .....	27
3.6 Método de análisis de datos.....	60
3.7 Aspectos éticos.....	61
IV. RESULTADOS.....	64
V. DISCUSIÓN .....	76
VI. CONCLUSIONES.....	81
VII. RECOMENDACIONES .....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
ANEXOS.....	94

## Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de correlación.....	5
Tabla 2 Ponderación total.....	5
Tabla 3 Tabulación de datos.....	6
Tabla 4 Estratificación de las causas por áreas.....	6
Tabla 5 Alternativas de solución.....	7
Tabla 6 Matriz de priorización de causas a resolver.....	7
Tabla 7 Técnicas e instrumentos.....	26
Tabla 8 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR pre datos julio 2019.....	34
Tabla 9 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR pre datos agosto 2019.....	35
Tabla 10 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR pre datos septiembre 2019.....	36
Tabla 11 Coeficiente de disponibilidad operacional pre prueba julio 2019.....	39
Tabla 12 Coeficiente de disponibilidad operacional pre prueba agosto 2019.....	39
Tabla 13 Coeficiente de disponibilidad operacional pre prueba septiembre 2019.....	40
Tabla 14 Pre datos de evaluación básica del TPM.....	40
Tabla 15 Cronograma de implementación.....	42
Tabla 16 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR post datos julio 2020.....	43
Tabla 17 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR post datos agosto 2020.....	44
Tabla 18 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR post datos septiembre 2020.....	45
Tabla 19 Coeficiente de disponibilidad operacional post prueba julio 2020.....	48
Tabla 20 Coeficiente de disponibilidad operacional post prueba agosto 2020.....	48
Tabla 21 Coeficiente de disponibilidad operacional post prueba septiembre 2020.....	49
Tabla 22 Primera capacitación TPM post datos 2020.....	49
Tabla 23 Segunda capacitación TPM post datos 2020.....	51
Tabla 24 Tercera capacitación TPM post datos 2020.....	53
Tabla 25 Flujo de caja económico.....	56
Tabla 26 Datos presupuestados Atomizador - Gas.....	57
Tabla 27 Datos presupuestados Atomizador - Fallas Operacionales.....	57
Tabla 28 Datos presupuestados Atomizador - Fallas por mantenimiento.....	58
Tabla 29 Inversiones tangibles e intangibles.....	59
Tabla 30 Código de ética – UCV.....	63
Tabla 31 Estadística descriptiva Disponibilidad operacional.....	65

Tabla 32 Estadística descriptiva % de disponibilidad .....	67
Tabla 33 Estadística descriptiva de MTBF .....	68
Tabla 34 Estadística descriptiva de MTTR.....	69
Tabla 35 Análisis de normalidad de la disponibilidad con Kolmogorov Smirnov ....	70
Tabla 36 Análisis de prueba no paramétrica.....	71
Tabla 37 Análisis estadístico de prueba - Wilcoxon.....	71
Tabla 38 Análisis de normalidad de la confiabilidad con Kolmogorov Smirnov.....	72
Tabla 39 Análisis de prueba no paramétrica.....	73
Tabla 40 Análisis estadístico de prueba - Wilcoxon.....	73
Tabla 41 Análisis de normalidad de la mantenibilidad con Kolmogorov Smirnov...	74
Tabla 42 Análisis de prueba no paramétrica.....	75
Tabla 43 Análisis estadístico de prueba - Wilcoxon.....	75
Tabla 44 Matriz de operacionalización de variables .....	98
Tabla 45 Check list de la máquina atomizador ATM-90 .....	99
Tabla 46 Cuestionario .....	100
Tabla 47 Diario de campo .....	101
Tabla 48 Matriz de consistencia.....	102

## Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de Ishikawa .....	4
Figura 2 Diagrama de Pareto .....	6
Figura 3 Dimensiones de la disponibilidad .....	14
Figura 4 Coeficiente de disponibilidad.....	18
Figura 5 Puntaje de capacitación evaluada.....	18
Figura 6 Disponibilidad de la máquina ATM-90.....	20
Figura 7 Disponibilidad de la máquina ATM-90 - julio.....	21
Figura 8 Disponibilidad de la máquina ATM-90 – agosto.....	21
Figura 9 Disponibilidad de la máquina ATM-90 - septiembre.....	21
Figura 10 Determinación del tipo de muestra .....	23
Figura 11 Reseña histórica de la empresa Cerámica .....	28
Figura 12 Representación gráfica del proceso de la empresa Cerámica.....	29
Figura 13 Área de Molienda Húmeda.....	30
Figura 14 Máquina atomizador ATM-90.....	31
Figura 15 Visión y Misión de la empresa.....	31
Figura 16 Organigrama de la empresa cerámica.....	32
Figura 17 Pre datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR julio 2019 .....	34
Figura 18 Pre datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR agosto 2019.....	35
Figura 19 Pre datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR septiembre 2019 .....	36
Figura 20 Pre datos del % de disponibilidad 2019.....	37
Figura 21 Pre datos del % de disponibilidad julio 2019 .....	38
Figura 22 Pre datos del % de disponibilidad agosto 2019 .....	38
Figura 23 Pre datos del % de disponibilidad septiembre 2019 .....	38
Figura 24 Evaluación básica del TPM.....	41
Figura 25 Post datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR julio 2020 .....	43
Figura 26 Post datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR agosto 2020 .....	44
Figura 27 Post datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR septiembre 2020 .....	45
Figura 28 Post datos del % de disponibilidad 2020.....	46
Figura 29 Post datos del % de disponibilidad julio 2020.....	47
Figura 30 Post datos del % de disponibilidad agosto 2020.....	47
Figura 31 Post datos del % de disponibilidad septiembre 2020.....	47
Figura 32 Primera capacitación TPM post datos 2020 .....	50

Figura 33 Evidencia uno de primera capacitación TPM 2020.....	50
Figura 34 Evidencia dos de primera capacitación TPM 2020.....	51
Figura 35 Segunda capacitación TPM post datos 2020.....	52
Figura 36 Evidencia uno de la segunda capacitación TPM 2020 .....	52
Figura 37 Evidencia dos de la segunda capacitación TPM 2020.....	53
Figura 38 Tercera capacitación TPM post datos 2020.....	54
Figura 39 Evidencia uno de la tercera capacitación TPM 2020 .....	54
Figura 40 Evidencia dos de la tercera capacitación TPM 2020.....	55
Figura 41 % de resultados comparativos de capacitación.....	66



## Resumen

El presente trabajo de investigación lleva como título “Aplicación del TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020”.

Objetivo general: Aplicar el TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020. Así mismo los objetivos específicos; aplicar el TPM para incrementar la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020 y aplicar el TPM para disminuir la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020.

Metodología: Tipo de Investigación es aplicada, con enfoque de investigación cuantitativo, el nivel de Investigación es explicativo y el diseño de la investigación es experimental, pre experimental, diseño preprueba y posprueba con un solo grupo.

Resultados: En la máquina atomizador ATM-90 los resultados fueron los siguientes: la disponibilidad incrementó de 84.3% a 93%, la confiabilidad incrementó de 17.62 horas a 21.36 horas y la mantenibilidad disminuyó de 2.27 horas a 1.52 horas.

Recomendación: Se debe concientizar y capacitar como parte de la formación a largo y corto plazo a los operarios, considerando que son la primera línea que estará enfrente del TPM.

Palabras claves: Disponibilidad, MTTR y MTBF

## **Abstract**

The present research work is entitled "Application of TPM to increase the availability of the ATM-90 atomizer machine in a ceramic company, Lurín, 2020".

General objective: Apply the TPM to increase the availability of the ATM-90 atomizer machine in a ceramic company, Lurín, 2020. Likewise, the specific objectives; apply the TPM to increase the reliability of the ATM-90 atomizer machine in a ceramic company, Lurín, 2020 and apply the TPM to decrease the maintainability of the ATM-90 atomizer machine in a ceramic company, Lurín, 2020.

Methodology: Type of Research is applied, with a quantitative research approach, the Research level is explanatory and the research design is experimental, pre-experimental, pre-test and post-test design with a single group.

Results: In the ATM-90 atomizer machine, the results were the following: availability increased from 84.3% to 93%, reliability increased from 17.62 hours to 21.36 hours and maintainability decreased from 2.27 hours to 1.52 hours.

Recommendation: Awareness should be raised and trained as part of the long and short-term training of operators, considering that they are the first line that will be in front of the TPM.

Keywords: Reliability, MTTR and MTBF

## I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento productivo total (TPM) está encaminado a establecer un modelo corporativo que incrementa la disponibilidad de las máquinas en toda organización. A nivel mundial las empresas industriales líderes en el mercado han adoptado por nuevas filosofías de trabajo como el TPM, para obtener un mayor posicionamiento estratégico. El TPM ha logrado maximizar la disponibilidad en todo el sistema de un proceso productivo, instaurando un sistema que pronostica las pérdidas y fallas en todas las operaciones a nivel industrial (Paredes, 2016, p.6). En Latinoamérica la falta de inserción de esta metodología (TPM) se ve reflejado directamente en la poca disponibilidad que se pueda aplicar a las máquinas en un proceso industrial. En su gran mayoría los países del hemisferio occidental, especialmente los subdesarrollados o en vía de desarrollo, se ha notado la ausencia de modelos filosóficos, técnicos y estratégicos de trabajo enfocados a las pequeñas y medianas empresas (Carrillo, 2019, p.73). En el Perú las medianas y pequeñas empresas industriales por falta de actualización en gestión empresarial, no optan por la implementación de esta metodología (TPM), alejándolos de los beneficios que se pueden obtener con ello, todo lo contrario de las grandes empresas. Es la realidad de muchas empresas que no visualizan el beneficio que podrían obtener con la implementación del TPM, con ello no desarrollan mejoras continuas en sus procesos productivos y como consecuencia no logran alcanzar la rentabilidad trazada (Asencios, 2018, p.7).

En la empresa cerámica se tienen dos tipos de trabajos de mantenimiento: De mayor y menor criticidad, que afecta directamente la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90, el técnico de mantenimiento se enfoca en trabajos de mayor criticidad, por consiguiente se dispone en dejar en segundo plano las máquinas con menor criticidad, y esto ocasiona que la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 este alrededor del (80%) cuando debe llegar a una constante de (90%), por esta razón se aplicará el TPM para que el operador pueda resolver los trabajos de menor criticidad y así incrementar la disponibilidad en la máquina Atomizador ATM-90.

El problema general se expresa en:

¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020?

El problema específico 1 se expresa en:

¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020?

El problema específico 2 se expresa en:

¿De qué manera la aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020?

La justificación práctica, es el logro del compromiso del operador de producción con sus propias máquinas, el operador es el indicado para adoptar el programa de adiestramiento eficaz. En base al apoyo del total productive maintenance (TPM) se encuentra el mantenimiento autónomo, buscando que el operador realice trabajos básicos de mantenimiento previa capacitación, para acrecentar los resultados en el área de trabajo. (Soto, 2015, p. 27).

La justificación metodológica, este estudio emplea fichas de registro emitidas por el área de producción, donde se obtendrán resultados que permita contestar la fórmula del problema, además de contrastar la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos planteados, orientado a resolver un problema crítico con la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica. (Soto, 2015, p. 27).

La justificación económica, con este estudio se va a incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 con el TPM, considerando un mayor control y respuesta a las paradas correctivas que se presentan en las máquinas de dicha área por parte del área de mantenimiento, lo cual generará ahorro anual de costos S/. 95,750. (Soto, 2015, p. 27).

La justificación estratégica se da porque esta investigación ayuda a mejorar los objetivos del plan estratégico de la empresa cerámica, contribuyendo en los altos estándares de tecnología e innovación, desarrollando una eficaz red de distribución y optimizando los procesos de fabricación establecidos por la empresa, considerando a este proyecto como modelo a implementar en otras áreas. (Soto, 2015, p. 27).

El objetivo general se expresa en: Aplicar el TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020. El objetivo específico 1 se expresa en: Aplicar el TPM para incrementar la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020. El objetivo específico 2 se expresa en: Aplicar el TPM para disminuir la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020.

La Hipótesis general se expresa en: La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020. La Hipótesis específica 1 se expresa en: La aplicación del TPM incrementa la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020. La Hipótesis específica 2 se expresa en: La aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.



Figura 1 Diagrama de Ishikawa

Para un mejor y mayor análisis se calcula con la técnica de Pareto, para ello se realiza una matriz de correlación; considerando que las causas mostradas tienen una relación; fuerte =5, media =3, débil =1, no hay relación =0.

Tabla 1 Matriz de correlación

Causas que originan baja disponibilidad en la máquina		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	Correlación
1	Controles no específicos	C1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	9
2	Objetivo de mantenimiento	C2	1	3	3	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
3	Indicadores de MTBF y MTTR	C3	3	5	3	1	5	0	1	1	5	3	3	1	3	1	1	3	3	3	3	48
4	Personal nuevo o en entrenamiento	C4	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	9
5	Personal reacio al cambio	C5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	Personal con déficit en conocimientos técnicos	C6	3	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	60
7	Falta de planos eléctricos	C7	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	7
8	Lubricación no óptima	C8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	Falta de manuales de funcionamiento	C9	1	1	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
10	Mantenimiento inadecuado	C10	3	5	5	5	3	3	3	3	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	38
11	Repuestos no originales	C11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	Creación de códigos de repuestos	C12	1	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	10
13	Proveedores no homologados	C13	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
14	Ruido excesivo	C14	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
15	Alta temperatura	C15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16	Partículas de polvo	C16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
17	Orden y limpieza	C17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	Maquinarias en funcionamiento	C18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
19	Maquinaria antigua	C19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20	Tecnología desfasada	C20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°1, se aprecia las causas con mayor correlación; personal con déficit en conocimientos técnicos, indicadores de MTBF y MTTR, mantenimiento inadecuado y objetivo de mantenimiento.

Tabla 2 Ponderación total

Causas que originan baja disponibilidad en la máquina	Puntaje de Correlación	Frecuencia	Ponderación total
Controles no específicos	9	1	9
Objetivo de mantenimiento	12	5	60
Indicadores de MTBF y MTTR	48	5	240
Personal nuevo o en entrenamiento	9	3	27
Personal reacio al cambio	1	1	1
Personal con déficit en conocimientos	60	5	300
Falta de planos eléctricos	7	3	21
Lubricación no óptima	1	3	3
Falta de manuales de funcionamiento	11	3	33
Mantenimiento inadecuado	38	5	190
Repuestos no originales	1	3	3
Creación de códigos de repuestos	10	1	10
Proveedores no homologados	3	1	3
Ruido excesivo	3	3	9
Alta temperatura	3	3	9
Partículas de polvo	2	3	6
Orden y limpieza	2	3	6
Maquinarias en funcionamiento	2	3	6
Maquinaria antigua	1	5	5
Tecnología desfasada	1	3	3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°2, se aprecia los resultados donde si la frecuencia es baja =1, si es media =3 y si es alta =5, multiplicados por el puntaje de correlación, nos da la ponderación total.

Tabla 3 Tabulación de datos

Item	Causas que originan baja disponibilidad en la máquina	Escala de ponderación	%	Acumulado	%
A	Personal con déficit en conocimientos técnicos	300	31.78%	300	31.78%
B	Indicadores de MTBF y MTTR	240	25.42%	540	57.20%
C	Mantenimiento inadecuado	190	20.13%	730	77.33%
D	Objetivo de mantenimiento	60	6.36%	790	83.69%
E	Falta de manuales de funcionamiento	33	3.50%	823	87.18%
F	Personal nuevo o en entrenamiento	27	2.86%	850	90.04%
G	Falta de planos eléctricos	21	2.22%	871	92.27%
H	Creación de códigos de repuestos	10	1.06%	881	93.33%
I	Controles no específicos	9	0.95%	890	94.28%
J	Ruido excesivo	9	0.95%	899	95.23%
K	Alta temperatura	9	0.95%	908	96.19%
L	Partículas de polvo	6	0.64%	914	96.82%
M	Orden y limpieza	6	0.64%	920	97.46%
N	Maquinarias en funcionamiento	6	0.64%	926	98.09%
O	Maquinaria antigua	5	0.53%	931	98.62%
P	Lubricación no óptima	3	0.32%	934	98.94%
Q	Repuestos no originales	3	0.32%	937	99.26%
R	Proveedores no homologados	3	0.32%	940	99.58%
S	Tecnología desfasada	3	0.32%	943	99.89%
T	Personal reacio al cambio	1	0.11%	944	100.00%
Total		944			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°3, se aprecia los resultados de la escala de ponderación, con su respectivo porcentaje acumulado.

En la figura N°2 se observa el gráfico de Pareto con los problemas que afectan directamente la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90.

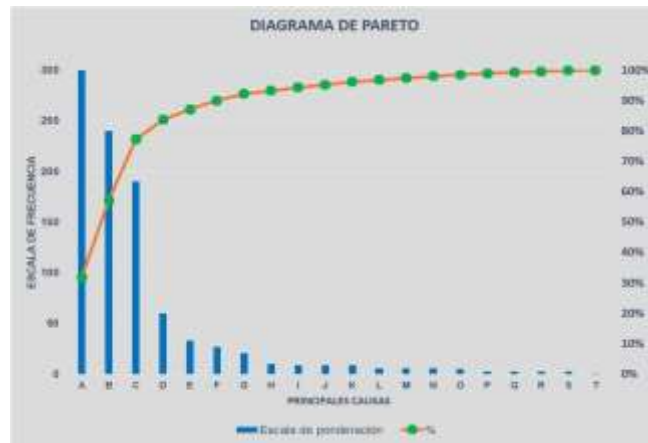


Figura 2 Diagrama de Pareto

Tabla 4 Estratificación de las causas por áreas

Causas que originan baja disponibilidad en la máquina	Escala de ponderación	Áreas	Puntuación
Personal con conocimientos técnicos	300	Mantenimiento	790
Indicadores de MTBF y MTTR	240		
Mantenimiento inadecuado	190		
Objetivo de mantenimiento	60		
Falta de manuales de funcionamiento	33	Gestión	110
Personal nuevo o en entrenamiento	27		
Falta de planos eléctricos	21		
Creación de códigos de repuestos	10		
Controles no específicos	9	Proceso	44
Lubricación no óptima	3		
Repuestos no originales	3		
Proveedores no homologados	3		
Personal reacio al cambio	1		
Ruido excesivo	9		
Alta temperatura	9		
Partículas de polvo	6		
Orden y limpieza	6		
Maquinarias en funcionamiento	6		
Maquinaria antigua	5		
Tecnología desfasada	3		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°4, se observa las causas que fueron asignadas por áreas, se puede mostrar que el área de mantenimiento lidera el resultado con un total de 790 puntos.



Tabla 5 Alternativas de solución

Alternativas	Solución al problema	Costos de aplicación	Facilidad de ejecución	Tiempo de ejecución	Total
TPM	2	2	1	1	6
SAP PM	1	1	1	1	4
Lean Production	0	1	1	1	3
No bueno (0) - bueno (1)- muy bueno (2)					
* Los criterios fueron establecidos con el supervisor de mantenimiento y el supervisor de producción					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°5, se analizó cada una de las principales alternativas; para la metodología Lean Production se obtuvo un puntaje de 3 en este caso la empresa no la considera ya que esta metodología está enfocada netamente a la mejora continua de proceso. En el caso del SAP PM obtuvo un resultado de 4, para este punto la empresa no lo considera idóneo implementarla por ser caro. Por último, la metodología del TPM, obtuvo un puntaje de 6 y es el más recomendable para poder dar solución a la poca disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90, la empresa busca que sus trabajadores cuenten con la participación en el mantenimiento de sus propias máquinas, siendo lo más óptimo la aplicación del TPM.

Tabla 6 Matriz de priorización de causas a resolver

	Consolidación de causas por áreas	Métodos	Mano de obra	Materiales	Medición	Medio ambiente	Maquinaria	Nivel de criticidad	Total del problema	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Mantenimiento	190	300	0	300	0	0	alto	790	84%	5	3950	1		TPM
Gestión	57	28	16	9	0	0	medio	110	12%	3	330	2		SAP PM
Proceso	0	0	0	0	30	14	bajo	44	5%	2	88	3		Lean Production
Total de problemas	247	328	16	309	30	14		944	100%					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°6, visualizamos todas las causas por las distintas áreas (mantenimiento, gestión y procesos), con el total de los problemas planteados. Se definió que la metodología del TPM brinda la solución más factible para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la empresa cerámica, Lurín, 2020. Con esta metodología los operarios de producción estarán comprometidos con las soluciones y posibles fallas que se generen en las áreas.

## **II. MARCO TEÓRICO**

García (2018), en su tesis que lleva como título *Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis S.A.C., 2018*. Tuvo como objetivo indicar que la implementación del proyecto de gestión enfocado en el TPM aumentará la confiabilidad de las máquinas. Fue un estudio de tipo aplicado, la población de estudio está compuesta por las ciento diez (110) máquinas que conforman la línea productiva del arroz, la muestra mediante un análisis de criticidad está conformada por cincuenta y ocho (58) máquinas de las áreas de embolsado y pilado y no tiene muestreo; los instrumentos empleados son revisión documental, observación y pre test - post test. Los principales resultados se tienen que en promedio las máquinas tienen una proporción de funcionamiento de 72.72% y 27.28% de paradas restantes. Se concluye como diagnóstico final una reducción de 8% en observaciones de máquinas paradas, también el aumento del TMEF de 42 a 62 minutos y el indicador OEE evolucionó de 0.64 a 0.79 producto del incremento del rendimiento y disponibilidad.

Obeso & Yaya (2018), en su tesis titulada *Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado en la empresa INVERSIONES REGAL - Chimbote 2018*. Tuvo como objetivo implantar el mantenimiento productivo total (TPM) para acrecentar la productividad y mantenibilidad del proceso en harina de pescado. Fue un estudio de tipo de investigación aplicada, la población está conformada por trece (13) máquinas de la planta de harina, la muestra es equivalente a la población y por ende no tiene muestreo; los instrumentos empleados fueron la encuesta, el cuestionario, el diario de campo y el check list. Los principales resultados de mantenibilidad de los equipos en estudio dieron un promedio 12.28 %. Se concluye que el TPM logra obtener una reducción del MTTR en 3.8% de todos los equipos y a su vez mejora de la productividad en 6%.

Chávez (2020), en su tesis titulada *Aplicación de herramientas del TPM para disminuir paradas de planta por mantenimiento en empresa de fabricación de emulsiones acuosas*. Tuvo como objetivo mejorar la gestión de mantenimiento en el proceso de emulsiones acuosas y de productos químicos en la empresa en estudio, cumpliendo los indicadores establecidos en el área de producción y mantenimiento. Fue un estudio de tipo aplicado, la población de estudio está

compuesta por treinta y dos (32) equipos que forman parte del proceso productivo de manufactura de emulsiones acuosas, la muestra mediante un análisis de criticidad está conformada por veinte (20) equipos de las áreas de suministro de energía, almacén y laboratorio de control de calidad, no tiene muestreo; los instrumentos empleados son fichas de registro de resultados de auditoría de mantenimiento autónomo, fichas por parte de producción, hoja de chequeo y lista de revisión diaria. Los principales resultados optimizando los tiempos del proceso central (se reduce averías y paradas no planeadas) aumentando de 88.1% a 96.1% la disponibilidad de las máquinas, por lo tanto, se puede afirmar que con la metodología del TPM, se refleja la mejora de la disponibilidad de las máquinas. Se concluye que el TPM y los pilares de mantenimiento planificado y autónomo, logran reducir la frecuencia de fallas y la disponibilidad de las máquinas aumenta a 96.1%. MALDONADO, YSIQUE y Sotomayor (2017), en su artículo científico titulado *Sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para aumentar la productividad en una empresa*. Tuvo como objetivo de investigación plantear un sistema de mejora continua con base en la metodología del TPM, para incrementar la productividad, implicando al personal operador dentro del sistema de mejora. Fue un estudio de tipo aplicado, nivel de investigación descriptivo y de diseño no experimental; los instrumentos utilizados fueron la observación, análisis documental, encuestas y entrevistas al personal involucrado. Los principales resultados según el análisis de control de calidad anterior al proceso de pilado, en promedio el rendimiento del 72.08%, eficiencia de materia prima 56.95% y 3.99% de descarte, este último permite determinar una calidad teórica o esperada en promedio de 96.01%. El estudio destaca que el OEE permite visualizar el tipo de pérdida que afecta directamente la efectividad de las máquinas permitiendo arremeter las causas para resolver el incrementando la productividad.

PEREZ y Supo (2018), en su artículo científico titulado *Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque*. Tuvo como objetivo determinar la gestión del mantenimiento que va acceder reducir los costos en la electromecánica. Fue un estudio de tipo aplicado, nivel de investigación descriptivo y de diseño no experimental; los instrumentos utilizados fueron la entrevista al jefe directo de mantenimiento, observación y guía de análisis documental. Al aplicar el análisis documental se obtuvieron los

principales resultados (enero – mayo), de los 14 equipos indispensables para el área de producción, 11 fallan. La tasa de fallos es de 79%, el número total de fallas en los calderos es de 25, con un índice de fallo 0.036 fallas en promedio al día. La confiabilidad obtenida es el 49%, lo que nos da a entender que los equipos no son confiables y la disponibilidad del área es de 67% (caldero). El estudio destaca al proponer TPM minimiza los costos de mantenimiento, con la aplicación adecuada se pretende mitigar la tasa de fallos de 79% a 20%, aumentar la disponibilidad de 67% a 95% e incrementar la confiabilidad de 49% a 82%.

HERNÁNDEZ, ESCOBAR, LARIOS y Noriega (2015), en su artículo científico *Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial*. Tuvo como objetivo presentar el producto de un estudio involucrando al colaborador relacionado con el proceso de implementación del TPM en la empresa industrial. Fue un estudio de tipo aplicado, nivel de investigación explicativo y de diseño experimental; los instrumentos utilizados fueron el diseño de la encuesta, la aplicación del cuestionario e identificación de los factores más significativos. Como resultado más relevante se puede apreciar que el 90% de los encuestados ocupa un lugar jerárquico en la empresa, el otro 10% de colaboradores operativos el cual ha sido formado en programas de mejora continua es decir la información es relevante. El estudio destaca la evidencia del desarrollo efectivo del MPT, es parte de una táctica de fabricación dirigida al desarrollo e innovación de competencias manufactureras.

FONSECA, HOLANDA, CABRAL y Reyes (2015), en su artículo científico *Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants*. Tuvo como objetivo implementar un programa de mantenimiento a través del TPM como contribución a la eficiencia energética de plantas termoeléctricas reduciendo tiempos (MTBF) y menores tiempos de reparación (MTTR). Fue es estudio de tipo aplicado, nivel de investigación explicativo y de diseño experimental; los instrumentos utilizados para verificación fueron check list, etiquetado, plan maestro, análisis de vibraciones y hojas de cumplimiento. El resultado de la implementación del TPM se encontró mejoras reales en el MTBF (322,9 minutos) en comparación al año 2013, y el MTTR disminuyo en (1.99 horas). El estudio destaca en base a la

investigación del TPM que fue factible identificar las probables causas de paradas del equipo dando resultado a los problemas en el área de mantenimiento.

MWANZA y Mbohwa (2015), en su artículo científico *Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company*. Tuvo como objetivo desarrollar un modelo eficaz de TPM para mejorar el sistema de mantenimiento en una empresa de fabricación de productos químicos en Zambia, fue es estudio de tipo aplicado, nivel de investigación explicativo y de diseño experimental; los instrumentos utilizados fueron recopilaciones de cuestionarios diseñados, entrevistas estructuradas, observaciones directas, registros de la empresa, excel y SPSS. Como resultado de 6 meses se obtuvo relación de la disponibilidad en 0.748 (74.8%), la calidad se calculó en 0.872 (87.2%), el rendimiento en 0.557 (55.7%), determinando que la escasez de materias primas causaba paradas no planificadas afectando el rendimiento de la producción. El estudio destaca que incluirán el modelo TPM para lograr una efectividad de implementación adoptando reducir pérdidas en retrabajos.

DJATNAA y Muharram (2015), en su artículo científico *An application of association rule mining in total productive maintenance strategy: an analysis and modelling in wooden doorm manufacturing industry*. Tuvo como objetivo investigar las respuestas de la toma de decisiones para brindar respuestas en relación a las condiciones del equipo implementando el TPM, fue un estudio de tipo aplicado, nivel de investigación explicativo y de diseño experimental; los instrumentos utilizados fueron identificación de maquina usada, reglas de variables en excel, recolección de data, cálculos de data OEE y graficas de Pareto. Como resultado de las máquinas de moldeo CII alcanza el 51%, con disponibilidad del 67%, rendimiento del 80% y calidad del 98% la implementación de ARM en el TPM es una opción correcta, debido a su capacidad para manejar grandes datos con alta velocidad y volumen generados por la condición de la máquina. El estudio destaca la implementación novedosa y los resultados que se obtendrían para resolver problemas reales de la industria con la implementación del TPM.

SAUMYARANJAN y Sudhir (2020), en su artículo científico *Influences of TPM and TQM practices on performance of engineering product and component manufacturers*. Tuvo como objetivo investigar el impacto de estos programas de fabricación utilizando las herramientas TPM y TQM y su influencia en el

mantenimiento del sector manufacturero, fue es estudio de tipo aplicado, nivel de investigación explicativo y diseño experimental, los instrumentos utilizados son preguntas relacionadas con los métodos utilizados, indicadores de desempeño con escala Likert de cinco puntos. Como resultado las 33 empresas pequeñas (46%) y 39 empresas medianas (54%) indican que han implementado con éxito los dos métodos de mejora continua TPM y TQM y remarcan que los resultados obtenidos mencionan realizar una implementación por separada de ambas metodologías (TPM y TQM). El estudio destaca los vínculos entre las prácticas de mejora continua orientadas a la calidad, el mantenimiento y el desempeño operativo de las empresas manufactureras.

#### Mantenimiento productivo total (TPM)

García (2003) define al TPM como:

El TPM es un tipo de dirección del mantenimiento con base en la implicación del operador de producción en el mantenimiento de los equipos. Esta importante implicación se traduce en que los trabajos de mantenimiento básicos y la resolución de problemas pequeños corren por cuenta del personal operador que normalmente trabaja en el mismo equipo. Con la implementación del TPM se logra un aumento de producción, reducción de costos y sobre todo aumento de disponibilidad de las máquinas (p.187).

#### Eficiencia global de equipos productivos (OEE)

Cuatrecasas y Torrell (2010) define al OEE como:

El OEE se obtiene mediante la especificación de la fracción de tiempo que la máquina está en funcionamiento, una vez analizadas las pérdidas derivadas de un funcionamiento incompleto o incorrecto, y argumentadas también como resultado de despilfarro y reproceso de productos defectuosos (p.113).

#### Coefficiente de disponibilidad (D)

Cuatrecasas y Torrell (2010) define al coeficiente de disponibilidad como:

El coeficiente de disponibilidad tiene presente las pérdidas por fallas, las pérdidas de ajustes y preparación, así como también otras pérdidas por detención. Estas detenciones forzosas causan pérdidas de volumen de producción y/o tiempo y su disminución a cero es vital para incrementar el OEE (p.117).

#### Capacitación

Luévano y Martínez (2017), en su artículo científico denominado la capacitación como herramienta efectiva para mejorar el desempeño de los empleados, define a la capacitación como:

Una Herramienta eficaz para optimizar el desempeño de los colaboradores, por su

ilustrísimo, nos permite mediar sistemáticamente un proceso que nos ayude a mejorar el cambio para que el personal de la empresa tenga una mejor ventaja y visión del mismo.

### Disponibilidad

Amplitud de las máquinas para estar en óptimas condiciones de marcha en un momento cualquiera, en las condiciones de reparación especificadas y de utilización (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 271).

### Confiabilidad

Díaz, et al. (2016), en su artículo científico denominado Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica, define a la confiabilidad como:

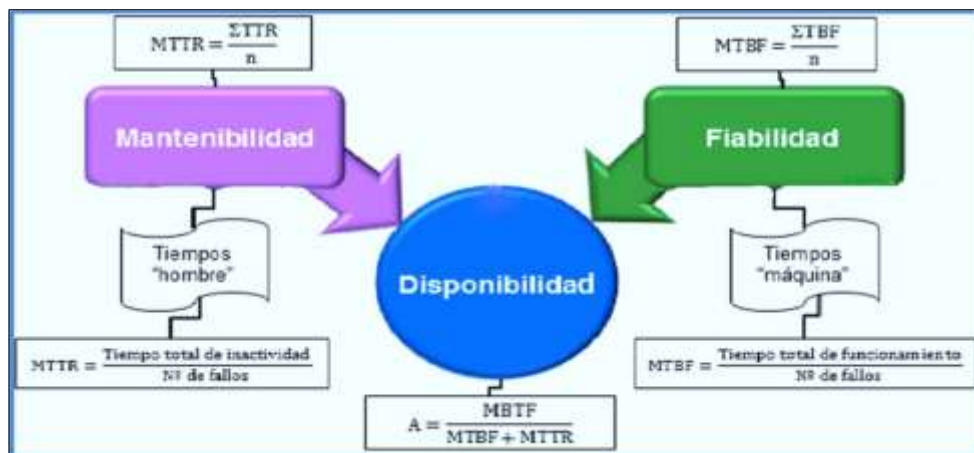
El mantenimiento basado en la confiabilidad, es un método de estudio objetivo, documentado y sistemático, acoplable a todo tipo de instalación industrial y es útil para mejorar el crecimiento y la optimización de un plan de mantenimiento preventivo eficiente. Es un procedimiento con base estructurada para determinar la política de mantenimiento más óptima para cada activo físico dentro de una planta industrial.

### Mantenibilidad

Zambrano, Prieto y Castillo (2015), en su artículo científico denominado Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas, define a la mantenibilidad como:

La mantenibilidad es la posibilidad de que el equipo en estado de falla se restablezca en una condición determinada de operación en un lapsus de tiempo. Esto nos da a entender que la mantenibilidad es un indicador que mide el tiempo de la velocidad de mantenimiento y reparación del equipo, siempre bajo condiciones perfectas de mantenimiento.

*Figura 3 Dimensiones de la disponibilidad*



Fuente: Elaboración propia



### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación

El vigente trabajo de investigación es de tipo aplicada. Se localiza directamente asociada a la investigación básica, puesto que necesita de los aportes y descubrimientos teóricos para llevar a cabo la resolución de problemas, con la finalidad de generar bienestar a la población (León y Valderrama, 2013, p.164). El análisis a realizar en este trabajo de investigación se basa del conocimiento científico existente para poder aplicarlo en la resolución de problemas. Depende de los aportes y descubrimientos teóricos para generar el incremento de la disponibilidad en la empresa cerámica, la base del conocimiento científico autentico son las tesis, libros, artículos científicos, etc. Relacionados a los temas del TPM y disponibilidad, los cuales serán usados para el presente trabajo de investigación.

#### Enfoque de Investigación

El vigente trabajo es de enfoque cuantitativo. Para Hernández et al. (2010) expresa que el planteamiento cuantitativo utiliza el acopio de datos para acreditar la hipótesis, con sustento en el análisis estadístico y en el cálculo numérico, para instaurar patrones de comportamiento y así atestiguar las teorías. (p. 4).

#### Nivel de investigación

El vigente trabajo de investigación es de nivel explicativo. Monjarás, et al. (2019), en su artículo científico denominado diseño de Investigación, define al nivel explicativo:

No solo explica un problema, sino que pretende descubrir las causas del mismo, demostrando el comportamiento de una variable en función a otra variable. Efectuando principios de causalidad, la inspección estadística es multivariada para eliminar asociaciones aleatorias entre las variables dependientes e independientes.

Podemos decir que la finalidad del nivel de investigación es explicar el porqué del suceso de los fenómenos y explicar las causas que originan un efecto. En este caso explicaremos el proceder de la variable independiente (TPM) y la variable dependiente (disponibilidad), y así llevar a cabo la interpretación respectiva de los aspectos que intervienen y/o de su estructura.

#### Diseño de investigación

El vigente trabajo de investigación es de diseño experimental. Se relata a un aprendizaje donde se manejan deliberadamente una o más variables

independientes (presuntas causas), para estudiar las consecuencias que el manejo tiene sobre una o más variables dependientes (presuntos efectos) (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.121). Esta investigación es experimental pues se va a manipular la variable independiente (TPM), para analizar los efectos o beneficio que pueda traer a nuestra variable dependiente (disponibilidad). Así mismo el trabajo de investigación es preexperimental. Boceto de un único conjunto cuyo índice de comprobación es mínimo. Genéricamente es apropiado como primera aproximación a la incógnita de investigación en la realidad (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.137). Se usa el tipo preexperimental en el presente trabajo de investigación porque no existe la posibilidad de comparar con otro grupo de control, en la empresa cerámica solo se tiene una sola línea en el área de atomizado, es decir la máquina atomizador ATM-90 será nuestro único grupo experimental de estudio.

Diseño preprueba y posprueba con un solo grupo

Zumarán, et al (2017), radica en que a un grupo se le adapte una prueba antes del tratamiento experimental, posterior se le otorga el tratamiento y por último se le adapta una prueba posterior al tratamiento (p. 45). Este diseño se puede graficar de la siguiente manera:

$$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

Donde:

**G**: Grupo de sujetos

**O<sub>1</sub>** : Observación uno (1)

**X**: Tratamiento

**O<sub>2</sub>** : Observación dos (2)

### 3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Mantenimiento productivo total (TPM)

Castillo, Fernández y Ángeles (2018), en su artículo científico denominado impacto del TPM en el desempeño operativo de las empresas industriales del sur de Tamaulipas, define al TPM como:

El TPM, es una táctica conformada por una serie de ordenadas actividades que permiten mejorar la competitividad dentro de la organización industrial o de servicios. La invención de una cultura corporativa es el principio que distingue notablemente al TPM dirigida a incrementar la eficacia en el sistema de gestión y producción de los equipos industriales.

Así mismo una de las dimensiones del mantenimiento productivo total (TPM) es el coeficiente de disponibilidad (D). Penabad, Iznaga, Rodríguez y Cazañas (2016), en su artículo científico denominado disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte, define al coeficiente de disponibilidad como:

La proporción del factor tiempo en el que un equipo opera en condiciones satisfactoriamente buena. Se utiliza como parte de la gestión de mantenimiento y con otros sistemas parecidos, disminuyendo los costos y mejora la eficiencia del mantenimiento. Calcula la disponibilidad desde el enfoque de desempeño, se usa además como parte en la evaluación de la implementación de la metodología del TPM.

*Figura 4 Coeficiente de disponibilidad*

**Coeficiente de disponibilidad**  
 $D = \text{Tiempo operativo TO} / \text{Tiempo de carga TC}$

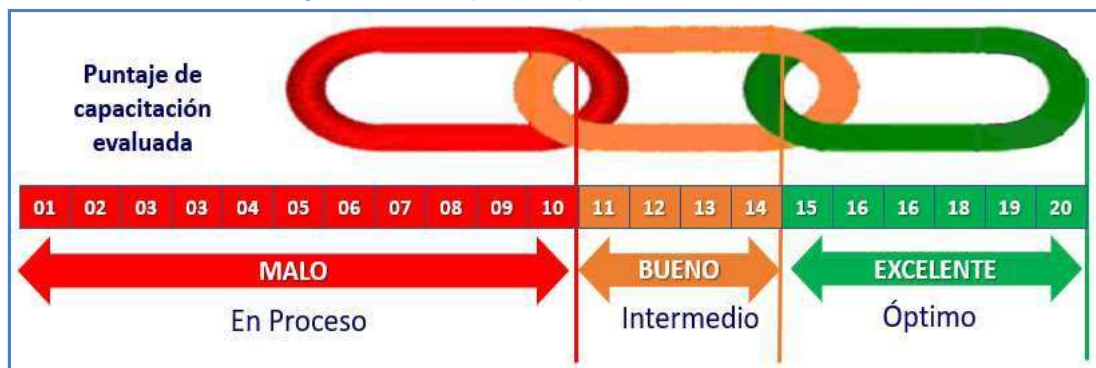
$D = TO / TC$

Fuente: Libro TPM en un entorno Lean Management

Por otro lado, otra de las dimensiones del TPM es la capacitación. Parra y Rodríguez (2015), en su artículo científico denominado la capacitación y su efecto en la calidad dentro de las organizaciones, define a la capacitación como:

El adiestramiento o entrenamiento es conocido como el proceso mediante el cual se le proporcionan medios al colaborador para desarrollar y adquirir conocimientos y habilidades. De esta forma consigo trae múltiples frutos, como entrenar al personal para que pueda ejecutar de forma rápida e inmediata diferentes actividades. Se debe brindar entrenamiento a los colaboradores en proporciones necesarias y enfatizar en los puntos más específicos y necesarios para que pueda desempeñar eficazmente su labor en la zona de trabajo.

*Figura 5 Puntaje de capacitación evaluada*



Fuente: Elaboración propia

Variable dependiente: Disponibilidad

Toro y Céspedes (2013), en su artículo científico denominado metodología para medir confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en mantenimiento, define a la disponibilidad como:

Es la propiedad que los equipos operen adecuadamente en el instante que sea necesario posterior del inicio de su ejecución, cuando se emplea bajo requisitos estables, en donde el tiempo completo estimado incluye el tiempo de ejecución, tiempo inactivo, tiempo activo de reparación y tiempo de mantenimiento preventivo.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Así mismo una de las dimensiones de la disponibilidad es la confiabilidad. Gasca, Camargo y Medina (2017), en su artículo científico denominado sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial, define a la confiabilidad MTBF (Tiempo medio entre fallas) como:

La fiabilidad operacional está definida por la fiabilidad del equipo, la fiabilidad humana, la fiabilidad del proceso y la mantenibilidad. La dimensión de la fiabilidad de un equipo es la continuidad con la que ocurren las fallas o anomalías en el tiempo; de no existir fallas, el equipo es completamente confiable; si la frecuencia de fallas es muy alta, el equipo es poco o nada confiable. La fiabilidad de una máquina se aprecia con el análisis probabilístico del tiempo para el historial de fallas o con el análisis probabilístico del proceso de desperfecto de las fallas. Los dos métodos determinan la probabilidad de falla para establecer y pronosticar monitoreos correctivos que mitiguen o eviten su efecto.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$$

Por otro lado, otra de las dimensiones de la disponibilidad es la mantenibilidad. Toro y Céspedes (2013), en su artículo científico denominado metodología para medir confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en mantenimiento, define a la mantenibilidad MTTR (Tiempo medio para reparar) como:

La mantenibilidad es la posibilidad de que un equipo sea devuelto a un estado en el que pueda ejecutar su misión en un tiempo establecido, posterior a la aparición de una falla y cuando el mantenimiento es realizado en un establecido periodo de tiempo, con el personal calificado, el nivel de confianza deseada, las habilidades necesarias, los datos técnicos, el equipo indicado, manuales de mantenimiento y operación, el área de mantenimiento y sobre todo bajo las condiciones ambientales especificadas. Por ello la mantenibilidad es una materia científica que aplica los factores, la dificultad y los recursos relacionados con las tareas que debe ejecutar el trabajador para estabilizar la mantenibilidad de una máquina y elaborar procedimientos para su cuantificación, evaluación y mejora correspondiente.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$$

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

Gómez, Villasís y Miranda (2016), en su artículo científico denominado the research protocol III. Study population, define a la población como:

La población de estudio es un grupo de sucesos limitados, accesible y definido, que conformará parte del universo para elegir la muestra, y que realiza con toda una serie de criterios preestablecidos. Es indispensable esclarecer que cuando se menciona población de estudio, el término no se alude básicamente a seres humanos, por lo contrario, también puede incumbir a muestras biológicas, animales, expedientes, hospitales, familias, objetos, organizaciones, etc. Para estos últimos el término análogo más adecuado sería; universo de estudio. Es considerable especificar la población de estudio porque al finalizar el trabajo de investigación parte de una muestra de dicha población, será probable extrapolar los resultados que se han obtenido del estudio hacia el resto del universo o población. Es apropiado que el universo o población se reconozca desde los objetivos del estudio, y puede ser en términos sociales, económicos, clínicos, geográficos, etc.

Figura 6 Disponibilidad de la máquina ATM-90



Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar los conceptos de la teoría citada, se puede entender que la población es el centro de análisis de estudio, de donde se extraerá la información necesaria para el trabajo de investigación: entonces diremos que la población del vigente proyecto de investigación son los datos de la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la estacionalidad donde se tomaron 90 datos durante tres

(3) meses, para lo cual se detalla la disponibilidad de la máquina por día trabajado.

Figura 7 Disponibilidad de la máquina ATM-90 - julio



Figura 8 Disponibilidad de la máquina ATM-90 – agosto



Figura 9 Disponibilidad de la máquina ATM-90 - septiembre



Fuente: Elaboración propia



## Muestra

López (2004), en su artículo científico denominado population, sample and sampling, define a la muestra como:

Es una parte ó fracción de la población o universo en que se realiza la investigación correspondiente. Hay secuencias y pasos para conseguir la cantidad de los componentes de la muestra cómo; lógica, fórmulas, etc. La muestra es una parte muy típica de la población en estudio.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{e^2 (N - 1) + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Donde:

n = Muestra

Z = Nivel de confianza (95%, es decir, Z = 1.96)

N = Tamaño del universo (N = 90 datos).

$\sigma$  = Desviación estándar típica ( $\sigma = 0.50$ )

e = Error de estimación máximo aceptado (e = 0.03 ó 3%)

En el vigente trabajo de investigación, la muestra está conformada por 83 datos obtenidos, mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.5^2 \cdot 90}{(0.03)^2 (90 - 1) + (1.96)^2 \cdot 0.5^2} = 83.07$$

Figura 10 Determinación del tipo de muestra

Field	Value
Confidence Level	95%
Population Size	90
Proportion	0.50
Confidence Interval	0.02940
Upper	0.52940
Lower	0.47060
Standard Error	0.01500
Relative Standard Error	3
Sample Size	83

Fuente: <https://www.abs.gov.au/websitedbs/D3310114.nsf/home/Sample+Size+Calculator>

### Muestreo

Zumarán, et al (2017), el muestreo es una herramienta de la investigación científica, cuyo objetivo es definir una muestra representativa y conveniente a que parte de la población se debe examinar, con el fin de realizar deducciones sobre la población en estudio (p. 179). En el presente trabajo de investigación se ha estimado un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 3% para calcular el tamaño de la muestra, el cual nos dio como resultado 83 muestras, para la vigente investigación no se aplicará la técnica del muestreo puesto que la población y la muestra son similares.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas de recolección de datos

Salazar y Prado (2013), en su artículo científico denominado importance of planning for data collecting: Lessons from a research experience, define a la técnica de recolección de datos como:

Se hace mención a la fase de acumulación de los datos, ciclo que compromete determinar las fuentes de las cuales se va a extraer toda la averiguación para el proyecto, donde se encuentran esas fuentes, determinando los procedimientos y medios que se van a usar para poder conseguir los datos y como se preparará para que así pueda analizarse y responder con todo ello a las preguntas de la investigación correspondiente. Por ello, es de suma importancia considerar el debido cuidado a proseguir para lograr que las referencias sean de buena calidad y pertinentes. Las referencias son la materia prima con la cual se analizará el respectivo informe y así contestar a los planteados problemas en la investigación de estudio; de ello va depender las conclusiones, las recomendaciones y las decisiones que se vaya a tomar. Por esta razón, la acumulación de datos es de suma importancia y vital en la investigación.

#### Observación directa

Rekalde, Vizcarra y Macazaga (2014), en su artículo científico denominado observation as a research strategy for building learning context and encouraging participatory processes, define a la observación directa como:

Esta manera de participar e investigar en contextos de aprendizaje, ha brindado a los trabajadores la posibilidad de observarse y observar a los demás de una manera sistemática, orientando la atención en los problemas actuales que protagonizan, para darse cuenta de lo que están haciendo, estar en plena disposición de desarrollar destrezas enfocadas a la observación, tales como, el análisis, el registro y la interpretación de la información observada. Los trabajadores deben unir el conocimiento y la acción, como una constante del proceso de investigación.

Para efectos del vigente trabajo de investigación, se va difundir el contacto directo con los elementos con los cuales se va a desarrollar la investigación, la observación directa se aplica antes del desarrollo de la técnica, para así determinar los momentos de cada falla del equipo en estudio, así mismo el tiempo de la intervención por cada falla presentada.

#### Observación experimental

La observación experimental se aplica para definir los momentos de cada falla, así como también el tiempo de operación de la máquina en estudio. Además, va servir

para verificar si la aplicación del TPM, ayuda a enriquecer la disponibilidad de la máquina en estudio.

#### Encuesta

Kusnik, Hurtado y Espinal (2010), en su artículo científico denominado *the use of the social type survey in traductology. Methodological characteristics*, define a la encuesta como:

La encuesta es una técnica de acumulación de datos, es decir una forma práctica, concreta y particular de un procedimiento de investigación. Se encuadra en los diseños no experimentales de investigación práctica o empírica propio de la estrategia cuantitativa, puesto que permite cuantificar y estructurar los datos encontrados, por ente generalizar los resultados a toda la población en estudio.

Para efectos del vigente trabajo de investigación, la encuesta se aplica para poder definir el conocimiento básico de los colaboradores de producción acerca de la técnica del TPM, así como los aspectos fundamentales del mantenimiento de la máquina en estudio y de las herramientas a utilizarse.

#### Instrumentos de recolección de datos

Gómez y Amaya (2013), en su artículo científico denominado *instruments for choosing and evaluating scientific articles for research and evidence based practice*, define a los instrumentos de recolección de datos como:

La investigación metodológica está basada en la investigación controlada de recolección de datos sobre los modelos para organizar, conseguir y analizar datos. La recolección de datos aborda la creación, la prueba, el avance, la validación, la evaluación y sobre todo la estandarización de los instrumentos de la investigación. El objetivo de los instrumentos de recolección de datos es poder ser eficaz, confiable y funcional, para que otros profesionales e investigadores puedan utilizar para evaluar los principales conceptos y por ente lograr el propósito de la investigación.

#### Check list

Consta de 20 ítems las cuales serán usadas para verificar la calidad del mantenimiento antes de aplicar la filosofía del mantenimiento productivo total, de las cuales 7 ítems constan en la verificación antes del inicio de encendido de la máquina en estudio, 7 ítems constan en verificar la máquina en pleno funcionamiento y por último los 6 ítems se aplican luego de culminar su funcionamiento, ver anexo 5.

#### Cuestionario

Escofet, Folgueiras, Luna y Palou (2016), en su artículo científico denominado

elaboration and validation of a questionnaire for the evaluation of service-learning projects, define al cuestionario como:

Como parte del proceso de validación y elaboración del cuestionario como instrumento de recolección de datos, primero se identifica el objetivo general y las dimensiones que esta incluye. Como indica la matriz de operacionalización, expresada como parte fundamental en la construcción del instrumento, básicamente radica en traducir las dimensiones en elementos medibles, es decir, pasar de las dimensiones a los indicadores y de los indicadores a las respectivas preguntas.

Para el presente trabajo de investigación el cuestionario consta de 10 preguntas, las cuales serán tomadas a los colaboradores de producción, que previo a ello han sido capacitados e informados acerca de la metodología del TPM. El cuestionario consta de 3 preguntas acerca sobre el TPM, 3 preguntas acerca de conocimientos de mantenimiento y 4 preguntas acerca de la máquina en estudio, ver anexo 5.

Registro diario de campo

El registro diario de campo es un registro de mantenimiento, que señala el tiempo de operación de la máquina ATM-90, así como la duración de funcionalidad del mismo y las tareas realizadas por el personal, ver anexo 5.

*Tabla 7 Técnicas e instrumentos*

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente de verificación
<b>Mantenimiento productivo total (TPM)</b>	Observación directa	Check list	Ficha de evaluación de la máquina y las herramientas
	Encuesta	Cuestionario	Cuestionario realizado a los trabajadores luego de aplicar la metodología del TPM
<b>Disponibilidad</b>	Observación directa	Registro diario de campo	Registro del tiempo de operación de la máquina antes de la aplicación de la metodología del TPM
	Observación experimental	Registro diario de campo	Registro del tiempo de operación de la máquina después de la aplicación de la metodología del TPM

Fuente: Elaboración propia

## Validez

Hernández, et al. (2010), manifiesta que la validez, en términos generales se refiere si el instrumento realmente sirve o no para poder medir lo que en realidad se requiere medir (p. 201). La validez del instrumento se logrará por el juicio de tres (3) docentes expertos en la materia por parte de la universidad César Vallejo. Véase en el anexo donde se aprecia la revisión de los tres (3) docentes expertos, la cual garantiza la validez del trabajo en investigación, ver anexo 6.

## Confiabilidad

Hernández, et al. (2010), la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo objeto o individuo produce iguales resultados (p.200). La confiabilidad se refiere a la credibilidad que puede brindar los datos, análisis documental e informes por parte de la empresa, para analizar los datos que ayudarán a realizar nuestro proyecto de investigación y esto garantiza que dicho instrumento nos va a brindar valor y/o resultados confiables.

## 3.5 Procedimientos

El presente proyecto de investigación se enfoca en una empresa del sector cerámico, la planta está ubicada en el distrito de Lurín (Av. Industrial s/n), provincia de Lima. Está conformada por 6 unidades de trabajo (molienda, prensa, línea de esmalte, tercer fuego, horno y clasificados). En la cual nos enfocaremos en la unidad de molienda, la misma que está conformada por 4 sub unidades o áreas (alimentación a prensa, atomizador ATM-90, molienda de esmalte y molienda húmeda). El trabajo de investigación está dirigido en la máquina atomizador ATM-90, este equipo se encarga de transformar la barbotina (barro líquido), en polvo atomizado mediante una serie de transformaciones por medio del quemador principal, luego el polvo atomizado es transportado mediante las fajas (nastros) hacia los silos donde el polvo reposará para alcanzar estándares establecidos. Posteriori a ello se realiza diferentes puntos de control entre los cuales tenemos; granulometría, densidad de barbotina y humedad de polvo. Lo que garantiza que el polvo atomizado procedente de la máquina atomizador ATM-90 no perjudique en el proceso continuo de producción, el proceso de esta sub unidad termina cuando el polvo atomizado es transportado a la prensa hidráulica, donde se amoldara según formato requerido.

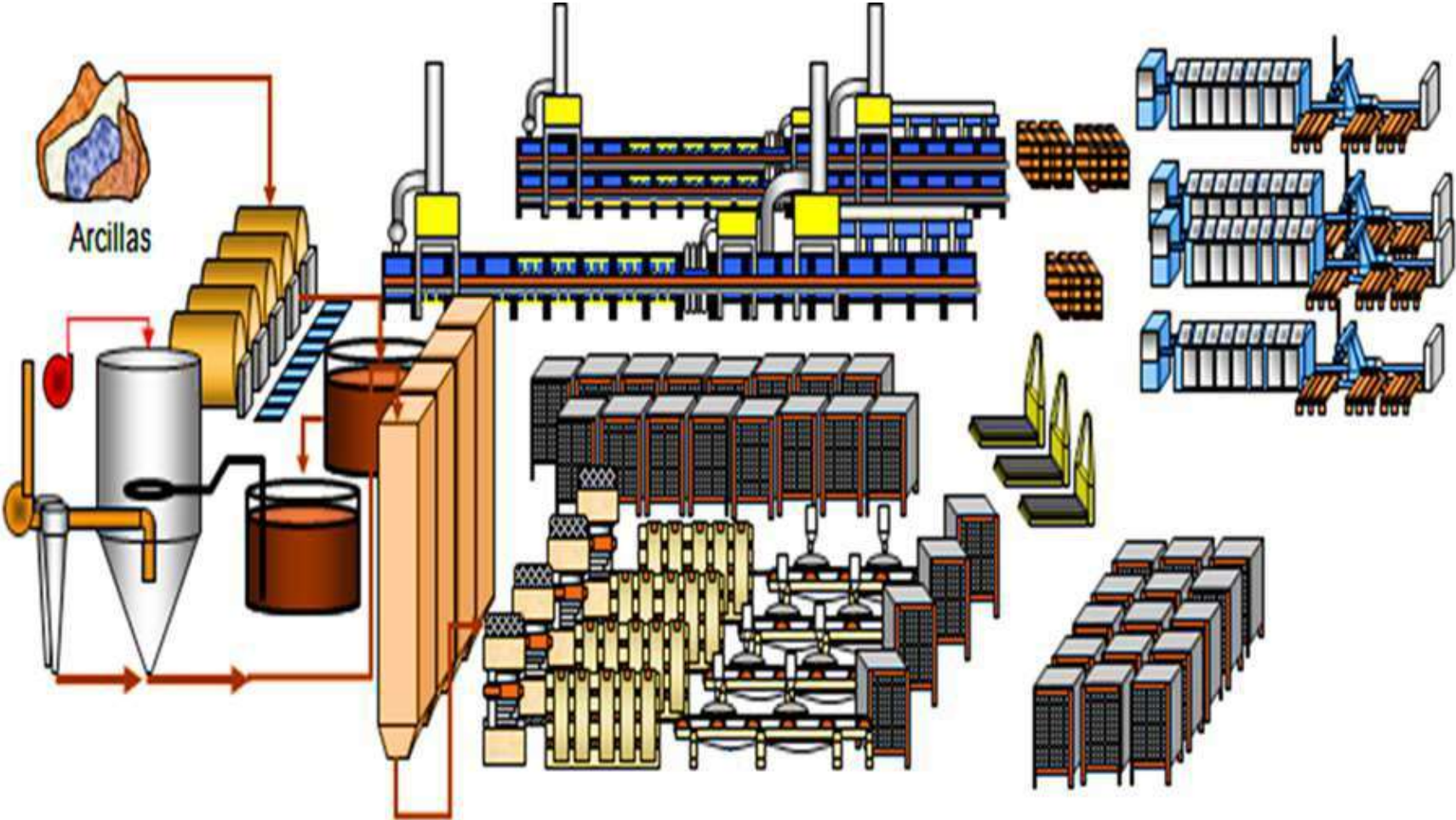
Figura 11 Reseña histórica de la empresa Cerámica



Fuente: Elaboración propia



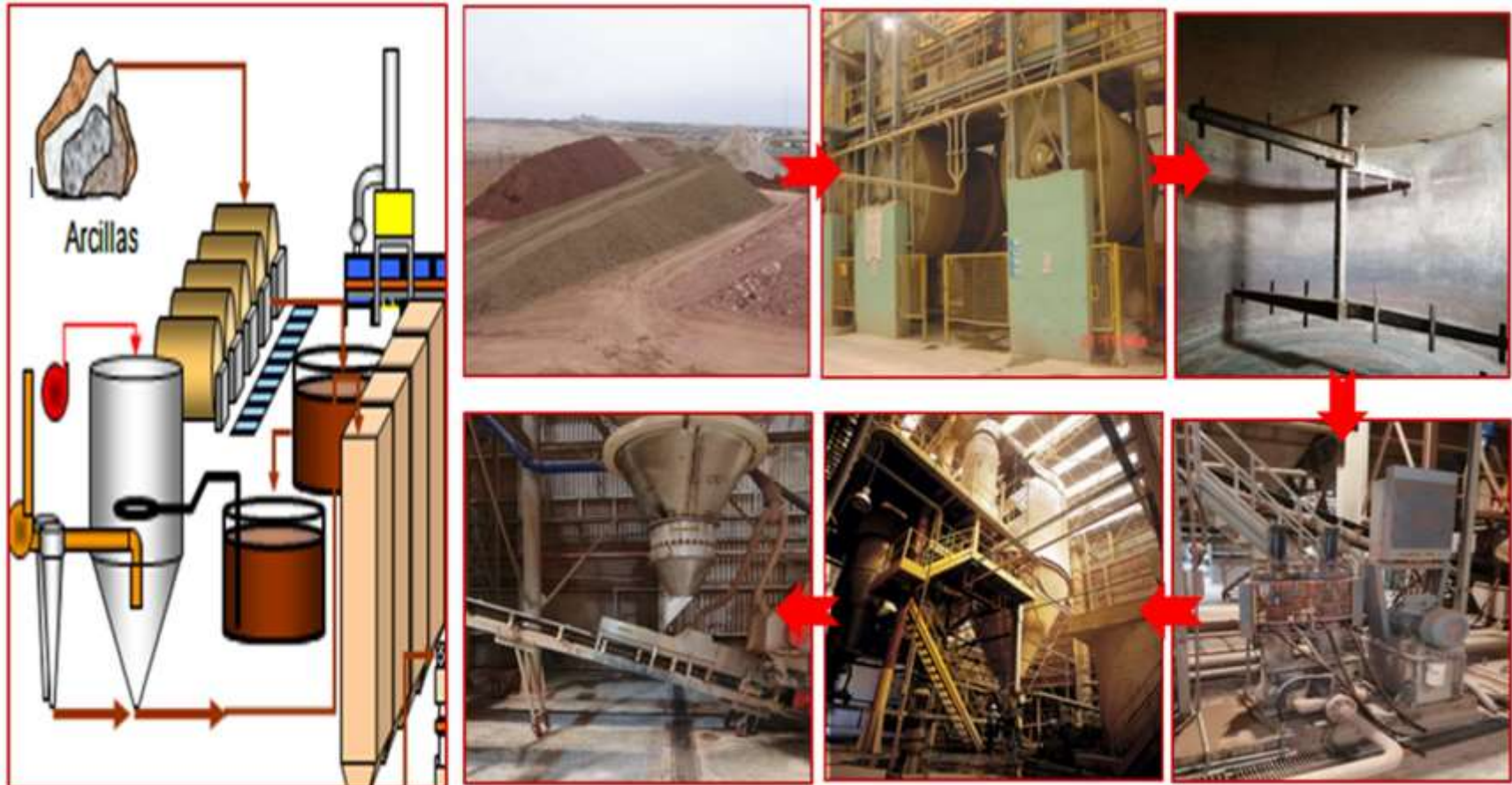
Figura 12 Representación gráfica del proceso de la empresa Cerámica



Fuente: Área de proyectos CSL- 2020

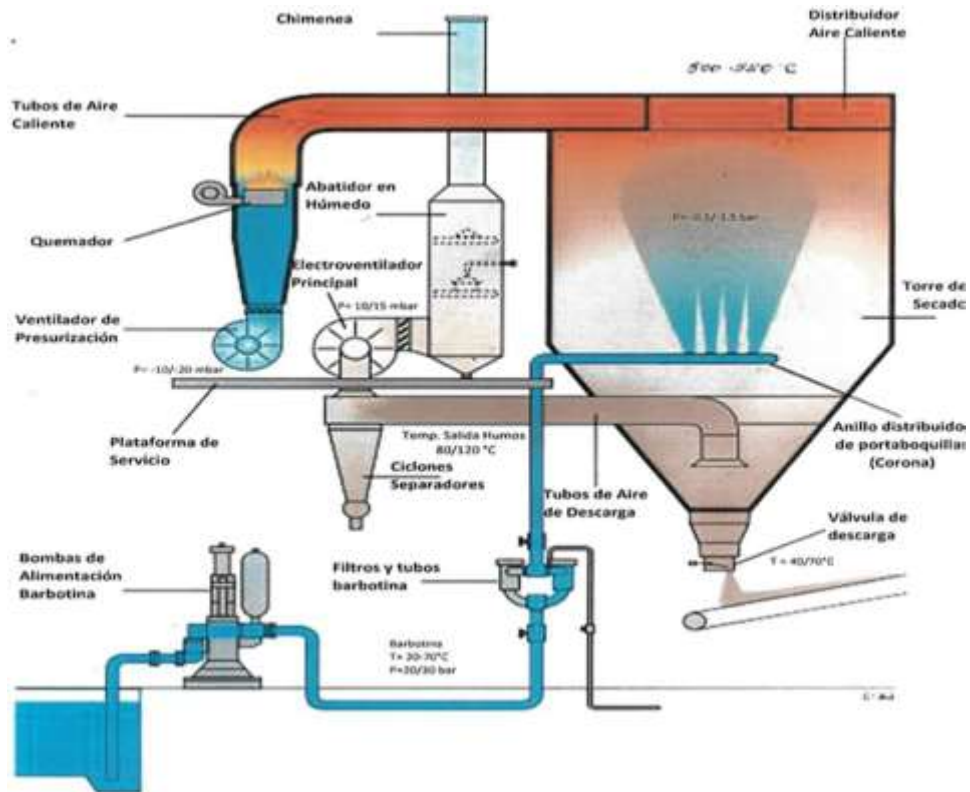


Figura 13 Área de Molienda Húmeda



Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Máquina atomizador ATM-90



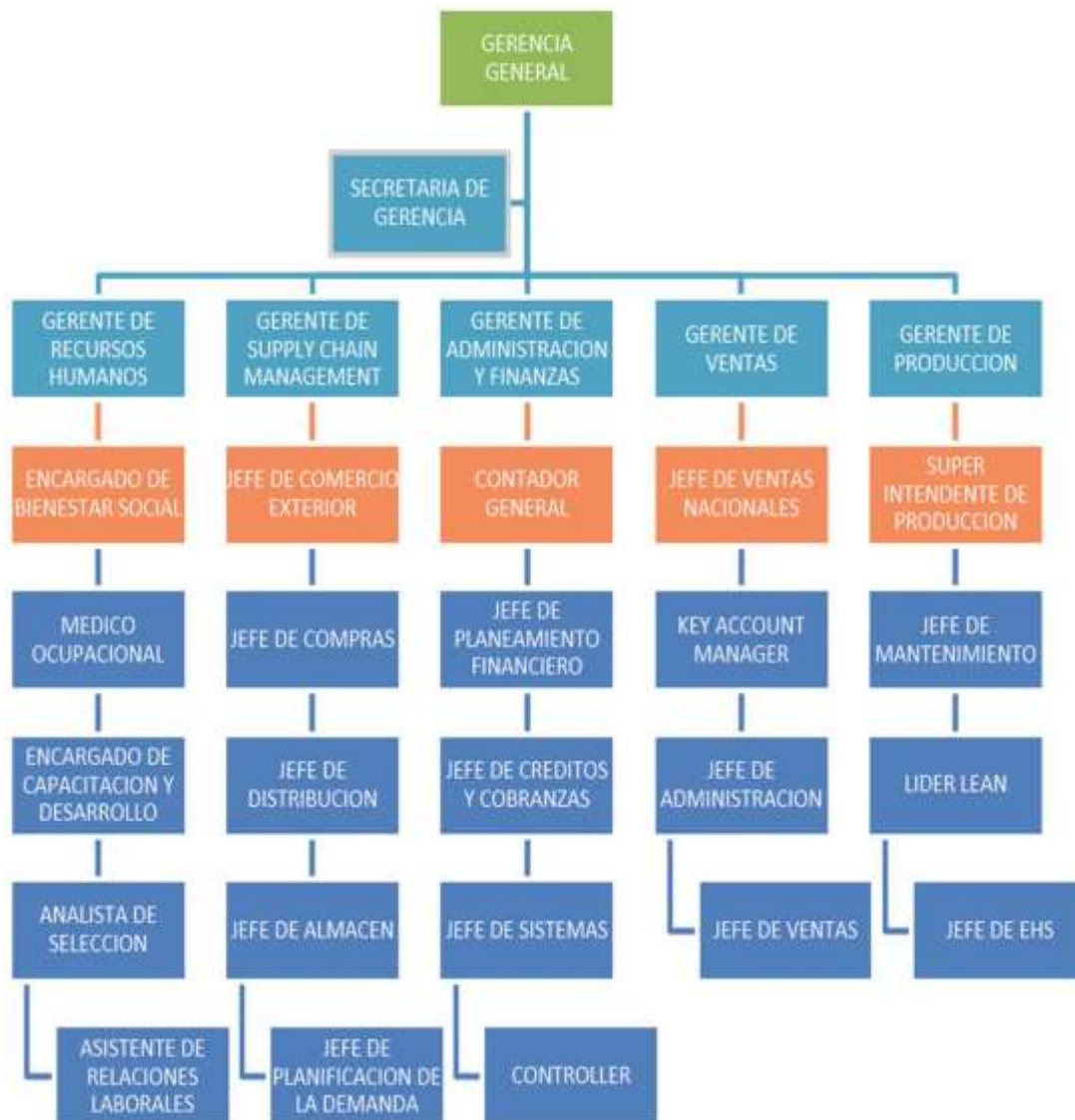
Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Visión y Misión de la empresa



Fuente: Empresa de cerámica 2020

Figura 16 Organigrama de la empresa cerámica



Fuente: Empresa de cerámica 2020

Como se puede observar en la figura 16, se muestra en detalle el organigrama de la empresa cerámica, la cual está constituida por cinco (5) gerencias; gerencia de recursos humanos, gerencia de supply chain management, gerencia de administración y finanzas, gerencia de ventas y gerencia de producción. Esta última llega a comprender el área donde se va a desarrollar el presente trabajo de investigación.

La situación actual en la empresa cerámica demuestra una constante de disponibilidad que está dentro del 80%, este porcentaje se debe a que los trabajadores no están capacitados para afrontar el mantenimiento productivo total de la máquina Atomizador ATM-90, considerando que la empresa no ha aplicado la metodología japonesa como plan de mejora.

Para la disponibilidad como variable dependiente se analizará con las técnicas de observación directa y observación experimental, para ambos casos se utilizarán el registro diario de campo. Para la técnica de la observación directa se usa como instrumento el registro mencionado antes de aplicar la metodología del TPM, la cual consta que el mismo operador de producción registre la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 como disposición durante el inicio y al finalizar dicha operación. Para la técnica de la observación experimental se usará el mismo documento de registro diario de campo, solo se remarca que el instrumento se usará después de aplicar la metodología del TPM, siendo también realizada por el operador de producción.

El TPM como variable independiente se analizará con las técnicas de observación directa y encuesta, cada una de ellas con su respectivo instrumento. Para la observación directa utilizaremos el instrumento del check list el cual consta de una ficha de evaluación de la máquina y las herramientas realizado por el operador de producción, siguiendo los parámetros de información aplicados in situ; antes, durante y después del funcionamiento de la máquina atomizador ATM-90. Para la encuesta utilizaremos el instrumento del cuestionario a los operadores de producción la cual consta de una serie de preguntas relacionadas a la aplicación del TPM y a la máquina en estudio, es importante remarcar que dicho cuestionario será implementado después de haber concretado las capacitaciones al personal involucrado en la investigación.

A continuación, se detalla los datos correspondientes al año 2019 las cuales pasarían a ser nuestros datos pre, empezando por nuestra variable dependiente con sus respectivos indicadores.



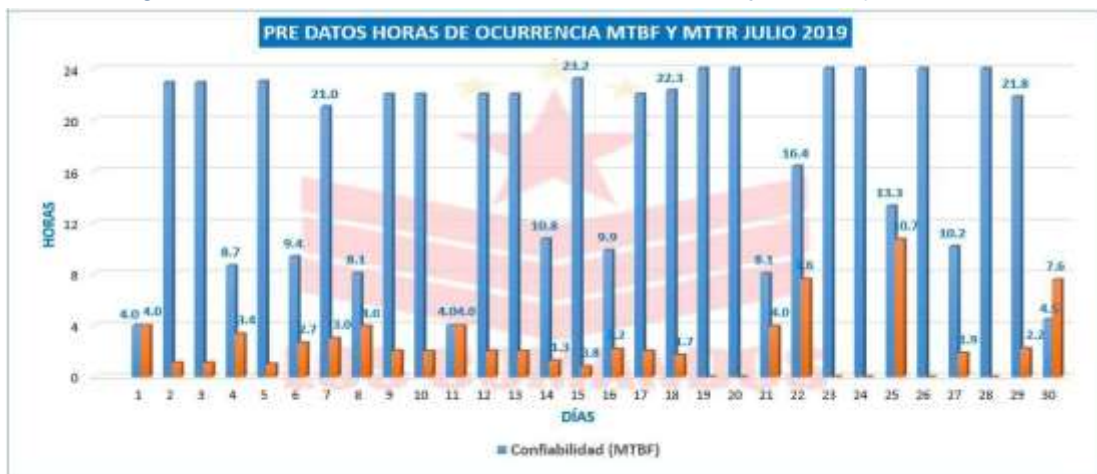
Tabla 8 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR pre datos julio 2019

REPORTE DE OCURRENCIAS							
Mes	Julio 2019						
Máquina	Atomizador ATM-90						
Día	Tiempo Planificado (horas)	Tiempo real (horas)	N° Averías	Confiabilidad (MTBF)	Tiempo de averías	Mantenibilidad (MTTR)	Disponibilidad (D)
1	24	12	3	4.0	12	4.0	50%
2	24	22.9	1	22.9	1.1	1.1	95%
3	24	22.9	1	22.9	1.1	1.1	95%
4	24	17.3	2	8.7	6.7	3.4	72%
5	24	23	1	23.0	1	1.0	96%
6	24	18.7	2	9.4	5.3	2.7	78%
7	24	21	1	21.0	3	3.0	88%
8	24	16.1	2	8.1	7.9	4.0	67%
9	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
10	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
11	24	12	3	4.0	12	4.0	50%
12	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
13	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
14	24	21.5	2	10.8	2.5	1.3	90%
15	24	23.2	1	23.2	0.8	0.8	97%
16	24	19.7	2	9.9	4.3	2.2	82%
17	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
18	24	22.3	1	22.3	1.7	1.7	93%
19	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
20	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
21	24	16.1	2	8.1	7.9	4.0	67%
22	24	16.4	1	16.4	7.6	7.6	68%
23	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
24	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
25	24	13.3	1	13.3	10.7	10.7	55%
26	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
27	24	20.3	2	10.2	3.7	1.9	85%
28	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
29	24	21.8	1	21.8	2.2	2.2	91%
30	24	8.9	2	4.5	15.1	7.55	37%
							<b>84%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el reporte de ocurrencia de julio 2019 (tabla 8), se detalla la mantenibilidad (MTTR) con un promedio de 2.46 horas y la confiabilidad (MTBF) con un promedio de 17.3 horas, en la máquina atomizador ATM-90.

Figura 17 Pre datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR julio 2019



Fuente: Elaboración propia

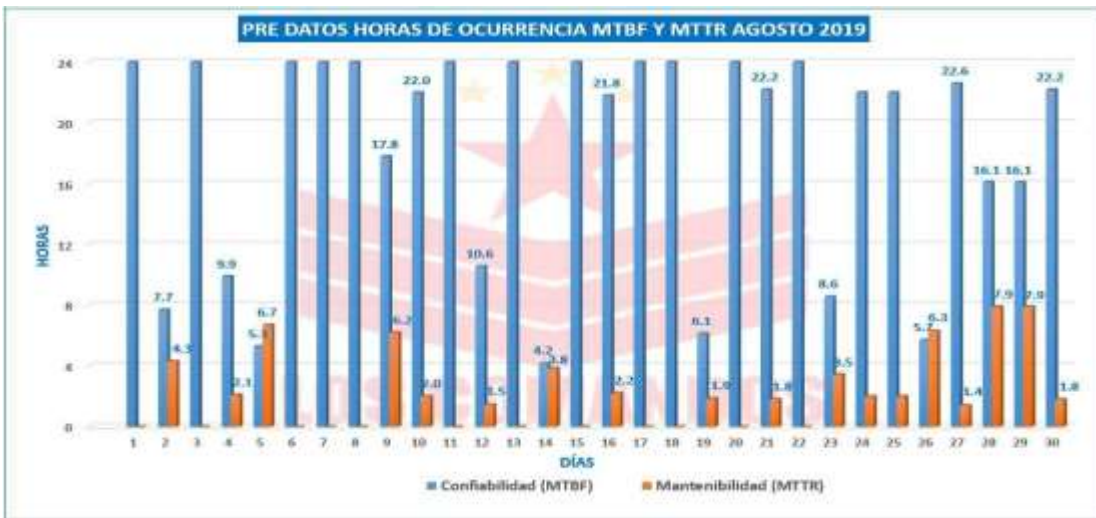
Tabla 9 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR pre datos agosto 2019

REPORTE DE OCURRENCIAS							
Mes	Agosto 2019						
Máquina	Atomizador ATM-90						
Día	Tiempo Planificado	Tiempo real (horas)	Averías	Confiabilidad (MTBF)	Tiempo de averías	Mantenibilidad (MTTR)	Disponibilidad (D)
1	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
2	24	15.4	2	7.7	8.6	4.3	64%
3	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
4	24	19.8	2	9.9	4.2	2.1	83%
5	24	10.6	2	5.3	13.4	6.7	44%
6	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
7	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
8	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
9	24	17.8	1	17.8	6.2	6.2	74%
10	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
11	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
12	24	21.1	2	10.6	2.9	1.5	88%
13	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
14	24	12.5	3	4.2	11.5	3.8	52%
15	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
16	24	21.8	1	21.8	2.2	2.2	91%
17	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
18	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
19	24	18.4	3	6.1	5.6	1.9	77%
20	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
21	24	22.2	1	22.2	1.8	1.8	93%
22	24	24	0	24.0	0	0.0	100%
23	24	17.1	2	8.6	6.9	3.5	71%
24	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
25	24	22	1	22.0	2	2.0	92%
26	24	11.4	2	5.7	12.6	6.3	48%
27	24	22.6	1	22.6	1.4	1.4	94%
28	24	16.1	1	16.1	7.9	7.9	67%
29	24	16.1	1	16.1	7.9	7.9	67%
30	24	22.2	1	22.2	1.8	1.8	93%
							<b>86%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el reporte de ocurrencia de agosto 2019 (tabla 9), se detalla la mantenibilidad (MTTR) con un promedio de 2.17 horas y la confiabilidad (MTBF) con un promedio de 18.36 horas, en la máquina atomizador ATM-90.

Figura 18 Pre datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR agosto 2019



Fuente: Elaboración propia

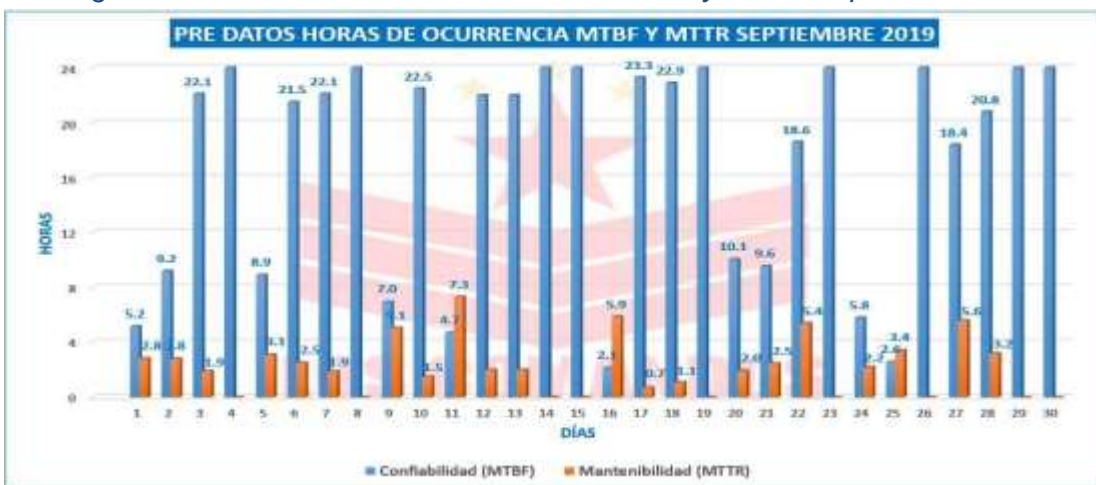
Tabla 10 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR pre datos septiembre 2019

REPORTE DE OCURRENCIAS							
Mes	Septiembre 2019						
Máquina	Atomizador ATM-90						
Día	Tiempo Planificado	Tiempo real (horas)	Averías	Confiabilidad (MTBF)	Tiempo de averías	Mantenibilidad (MTTR)	Disponibilidad (D)
1	24	15,5	3	5,2	8,5	2,8	65%
2	24	18,4	2	9,2	5,6	2,8	77%
3	24	22,1	1	22,1	1,9	1,9	92%
4	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
5	24	17,8	2	8,9	6,2	3,1	74%
6	24	21,5	1	21,5	2,5	2,5	90%
7	24	22,1	1	22,1	1,9	1,9	92%
8	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
9	24	13,9	2	7,0	10,1	5,1	58%
10	24	22,5	1	22,5	1,5	1,5	94%
11	24	9,4	2	4,7	14,6	7,3	39%
12	24	22	1	22,0	2	2,0	92%
13	24	22	1	22,0	2	2,0	92%
14	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
15	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
16	24	6,4	3	2,1	17,6	5,9	27%
17	24	23,3	1	23,3	0,7	0,7	97%
18	24	22,9	1	22,9	1,1	1,1	95%
19	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
20	24	20,1	2	10,1	3,9	2,0	84%
21	24	19,1	2	9,6	4,9	2,5	80%
22	24	18,6	1	18,6	5,4	5,4	78%
23	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
24	24	17,4	3	5,8	6,6	2,2	73%
25	24	10,3	4	2,6	13,7	3,4	43%
26	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
27	24	18,4	1	18,4	5,6	5,6	77%
28	24	20,8	1	20,8	3,2	3,2	87%
29	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
30	24	24	0	24,0	0	0,0	100%
							<b>83%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el reporte de ocurrencia de septiembre 2019 (tabla 10), se detalla la mantenibilidad (MTTR) con un promedio de 2.16 horas y la confiabilidad (MTBF) con un promedio de 17.24 horas, en la máquina atomizador ATM-90.

Figura 19 Pre datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR septiembre 2019



Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Pre datos del % de disponibilidad 2019



Fuente: Datos estadísticos de la empresa cerámica

Como se observa en la figura 20, se aprecia los 90 datos pre prueba, la tendencia de la disponibilidad en la empresa cerámica está dentro del promedio del 80% de disponibilidad durante los meses de julio, agosto y septiembre 2019, como se muestra a continuación en las siguientes figuras desglosados por meses.



Figura 21 Pre datos del % de disponibilidad julio 2019

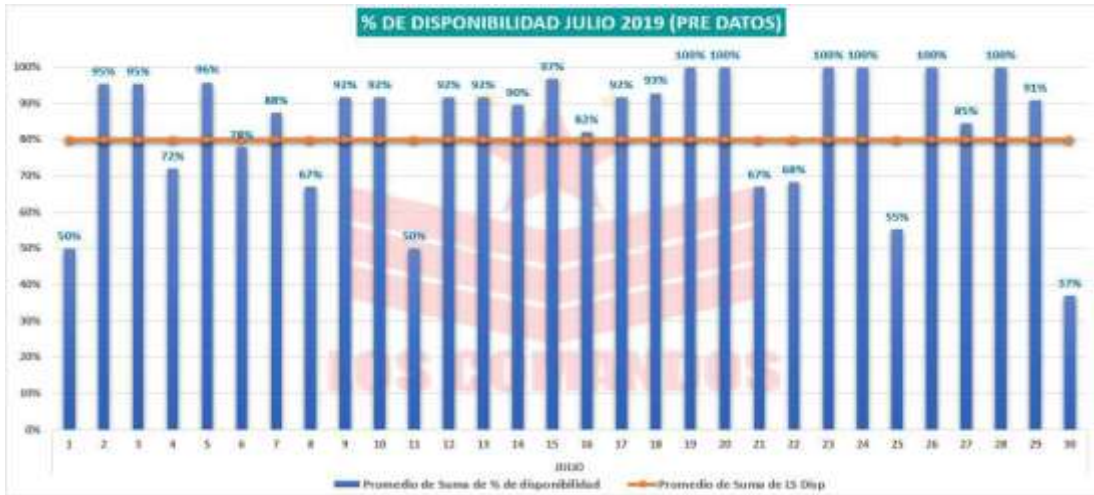


Figura 22 Pre datos del % de disponibilidad agosto 2019

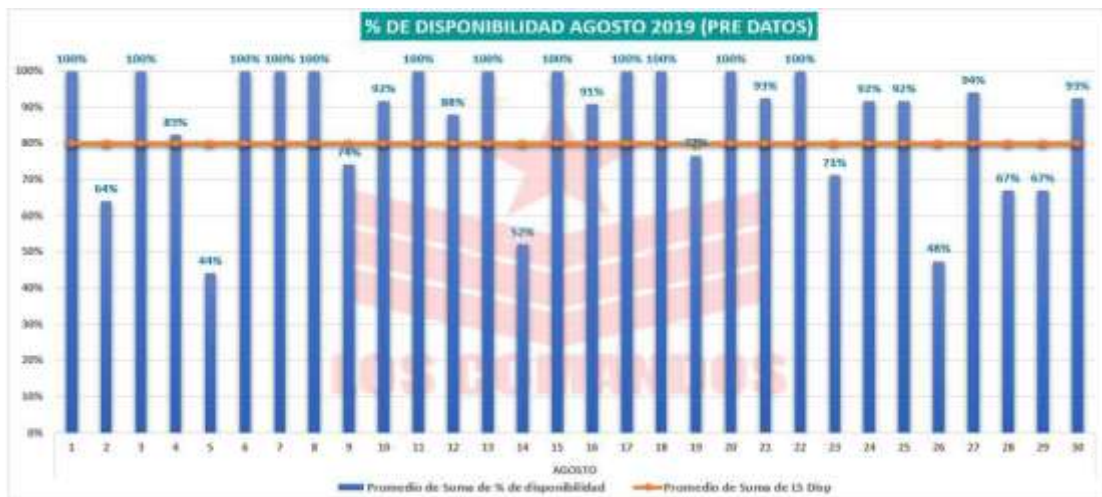
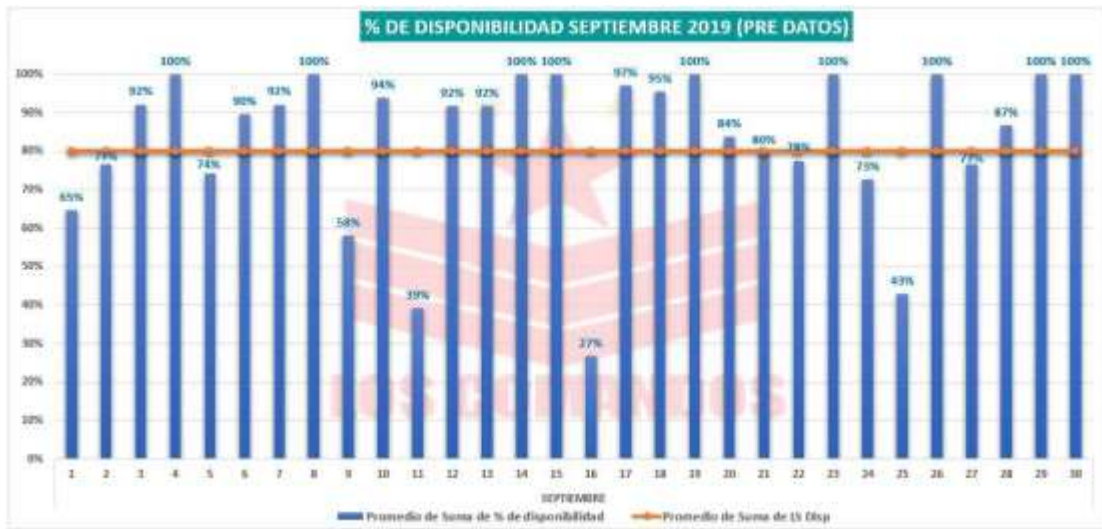


Figura 23 Pre datos del % de disponibilidad septiembre 2019



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla los datos correspondientes al año 2019 los cuales pasarían a ser nuestros datos pre, prosiguiendo por nuestra variable independiente con sus respectivos indicadores.

*Tabla 11 Coeficiente de disponibilidad operacional pre prueba julio 2019*

COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		
Disponibilidad Operacional julio 2019	Tiempo de paradas	Tiempo de Paradas en (Min)
Etiquetas de fila	Suma de Horas de paro	Suma de minutos de paro
ALTO STOCK EN SILOS	35.40	2,124.00
LIMPIEZA DE CÁMARA	24.60	1,476.00
FALTA DE SUMINISTRO DE GAS	18.50	1,110.00
LIMPIEZA DE ABATIDOR	10.67	640.00
LIMPIEZA DE CORONA	8.67	520.00
PARCHADO DE FAJA	6.50	390.00
PARADA DE PLANTA	2.92	175.00
FALLA EN BOMBAS Y/O TAMICES DE OLLA	2.50	150.00
ATORO DE TOBERAS	1.10	66.00
<b>Total general</b>	<b>110.85</b>	<b>6,651.00</b>

Días	7
Horas	24
Semana	168
Mes	672
TC	40,320
TO	33,669
<b>D</b>	<b>83.5%</b>

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$$

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 12 Coeficiente de disponibilidad operacional pre prueba agosto 2019*

COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		
Disponibilidad Operacional agosto 2019	Tiempo de paradas	Tiempo de Paradas en (Min)
Etiquetas de fila	Suma de Horas de paro	Suma de minutos de paro
ALTO STOCK EN SILOS	41.48	2,489.00
LIMPIEZA DE CÁMARA	29.25	1,755.00
LIMPIEZA DE CORONA	24.50	1,470.00
CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	14.50	870.00
LIMPIEZA DE Balsa B	13.50	810.00
FALTA DE BARBOTINA EN LA Balsa A	2.67	160.00
PARCHADO DE FAJA	2.17	130.00
FUGA DE ACEITE EN BOMBAS PPB	1.65	99.00
CAIDA DE GRUMOS	1.33	80.00
FALTA DE SILOS POR PRUEBA INDUSTRIAL	0.25	15.00
CAIDA DE CHAMPA Y ATORO DE CONO	0.17	10.00
<b>Total general</b>	<b>91.47</b>	<b>7,888.00</b>

Días	7
Horas	24
Semana	168
Mes	672
TC	40,320
TO	32,432
<b>D</b>	<b>80.4%</b>

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Coeficiente de disponibilidad operacional pre prueba septiembre 2019

COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		
Disponibilidad Operacional septiembre 2019	Tiempo de paradas	Tiempo de Paradas en (Min)
Etiquetas de fila	Suma de Horas de paro	Suma de minutos de paro
FALTA DE BARBOTINA EN LA Balsa A	29.92	1,795.00
LIMPIEZA DE CÁMARA	25.92	1,555.00
ALTO STOCK EN SILOS	21.66	1,299.80
REGULACIÓN DE COMPUERTA	9.25	555.00
CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	8.83	530.00
FUGA DE ACEITE EN BOMBAS PPB	3.67	220.00
CAIDA DE GRUMOS	3.17	190.00
FALLA EN BOMBAS Y/O TAMICES DE OLLA	2.50	150.00
ATORO DE TOBERAS	2.42	145.00
CAIDA DE TENSIÓN EN SUBESTACIÓN	2.00	120.00
LIMPIEZA DE Balsa A	1.08	65.00
PARADA DE PLANTA	0.67	40.00
<b>Total general</b>	<b>101.08</b>	<b>6,664.80</b>

Días	7
Horas	24
Semana	168
Mes	672
TC	40,320
TO	33,655
<b>D</b>	<b>83.5%</b>

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$$

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las tablas 11, 12 y 13, se detalla la disponibilidad operacional de julio (82%), agosto (80%) y septiembre (83%) del 2019 de la máquina atomizador ATM-90, las cuales fueron el resultado de dividir el tiempo operativo (TO) entre el tiempo de carga (TC).

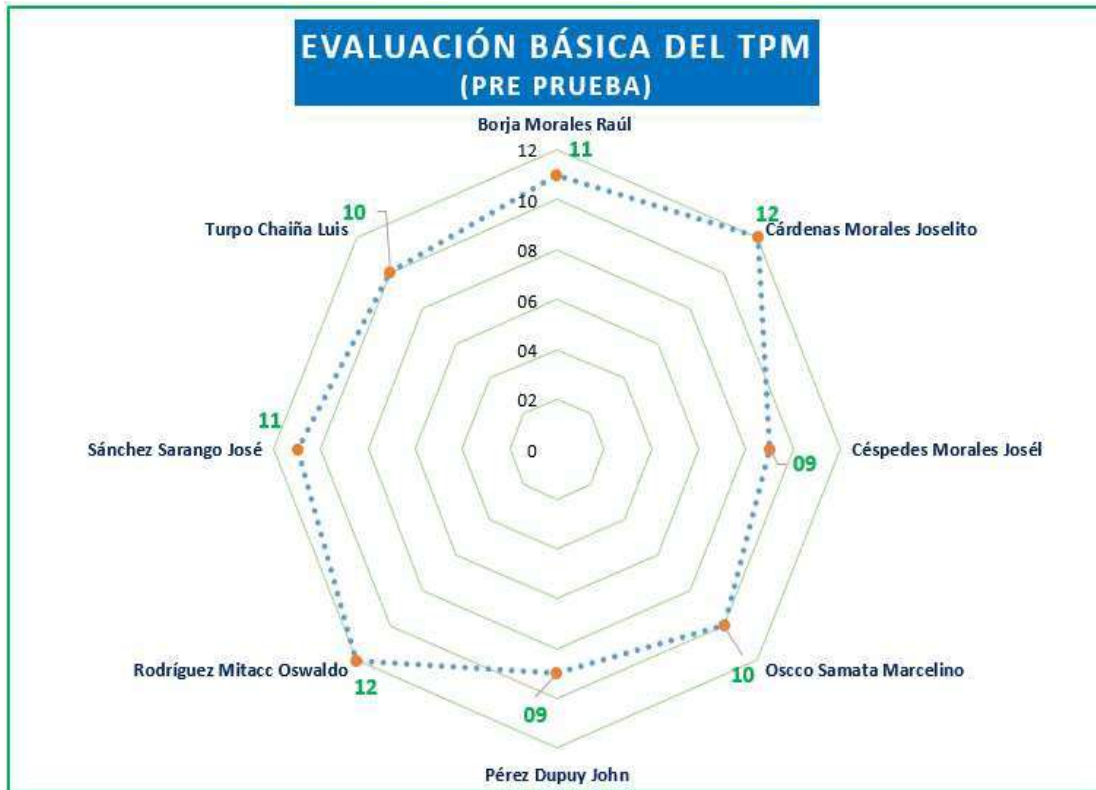
Tabla 14 Pre datos de evaluación básica del TPM

Evaluación básica sobre conocimientos del TPM							
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Evaluador	Puntaje	Indicador
1	Ortega Sánchez Peter	09/06/2020	Presencial	Evaluación básica sobre conocimientos del TPM	X		
2	Ávila Calderon Fabio (**)	09/06/2020	Presencial		X		
3	Borja Morales Raúl	09/06/2020	Presencial			11	Bueno
4	Cárdenas Morales Joselito	09/06/2020	Presencial			12	Bueno
5	Céspedes Morales José	09/06/2020	Presencial			09	Malo
6	Oscoco Samata Marcelino	09/06/2020	Presencial			10	Malo
7	Pérez Dupuy John	09/06/2020	Presencial			09	Malo
8	Rodríguez Mitacc Oswaldo	09/06/2020	Presencial			12	Bueno
9	Sánchez Sarango José	09/06/2020	Presencial			11	Bueno
10	Turpo Chaiña Luis	09/06/2020	Presencial			10	Malo
						<b>10.5</b>	<b>Bueno</b>

(\*\*) Supervisor (cuenta con amplio conocimiento en TPM)

Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Evaluación básica del TPM



Fuente: Elaboración propia

En la figura 24 y tabla 14 se observa la evaluación básica sobre conocimientos del TPM que se les realizó a los operadores de producción, donde también se detalla el puntaje obtenido con la escala correspondiente (malo, bueno y excelente), encontrando en primera instancia como pre datos que los operadores tienen un nivel bajo sobre el conocimiento de la filosofía del TPM.

El procedimiento que se analizará para la recolección de datos en el presente trabajo de investigación será un análisis de la disponibilidad actual de la máquina atomizador ATM-90, con datos preprueba y posterior a ello con datos posprueba de la máquina en estudio, teniendo en cuenta el inicio de la implementación del TPM durante la semana 27 a la semana 40 según se especifica en nuestro cronograma de actividades que mostramos a continuación.



Tabla 15 Cronograma de implementación

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM - 2020																
ITEM	ACTIVIDADES	JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE				
		Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	
<b>I PREPARACIÓN</b>																
1	Evaluación del equipo y entendimiento de la situación actual	■														
1	Preparar o actualizar información primaria del equipo Atomizador ATM - 90		■													
1	Primera evaluación - Principios de TPM			■												
1	Establecer los objetivos de mantenimiento			■												
2	Separar las actividades de mantenimiento que realiza los operarios (limpieza, ajustes e inspección y lubricación)				■											
2	Diseñar un plan maestro para implantar el TPM				■											
2	Segunda evaluación - ¿Qué es el TPM y por qué usarlo?					■										
<b>II INTRODUCCIÓN</b>																
2	Introducción lanzamiento de la metodología TPM en la empresa cerámica					■										
2	Realizar actividades centradas en la mejora					■										
2	Establecer y desplegar el programa de mantenimiento autónomo						■									
2	Implantar un programa de mantenimiento planificado							■								
3	Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos								■							
3	Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz :TPM en departamentos indirectos									■						
<b>III CONSOLIDACIÓN</b>																
3	Tercera evaluación - Los pilares del TPM										■					
3	Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos trazados											■	■	■		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, detallamos los datos correspondientes al año 2020 las cuales pasarían a ser nuestros datos post, empezando por nuestra variable dependiente con sus respectivos indicadores.

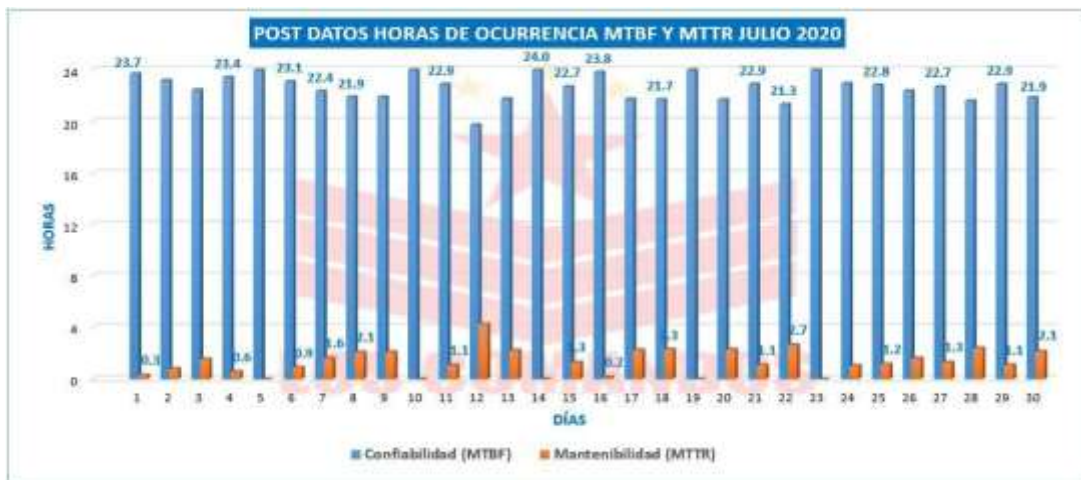
Tabla 16 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR post datos julio 2020

REPORTE DE OCURRENCIAS							
Mes	Julio 2020						
Máquina	Atomizador ATM-90						
Día	Tiempo Planificado (horas)	Tiempo real (horas)	N° Averías	Confiabilidad (MTBF)	Tiempo de averías	Mantenibilidad (MTTR)	Disponibilidad (D)
1	24	23.7	1	23.7	0.3	0.3	98.8%
2	24	23.2	1	23.2	0.8	0.8	96.7%
3	24	22.46	1	22.5	1.54	1.5	93.6%
4	24	23.43	1	23.4	0.57	0.6	97.6%
5	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
6	24	23.1	1	23.1	0.9	0.9	96.3%
7	24	22.36	1	22.4	1.64	1.6	93.2%
8	24	21.9	1	21.9	2.1	2.1	91.3%
9	24	21.9	1	21.9	2.1	2.1	91.3%
10	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
11	24	22.9	1	22.9	1.1	1.1	95.4%
12	24	19.73	1	19.7	4.27	4.3	82.2%
13	24	21.77	1	21.8	2.23	2.2	90.7%
14	24	23.98	1	24.0	0.02	0.0	99.9%
15	24	22.7	1	22.7	1.3	1.3	94.6%
16	24	23.83	1	23.8	0.17	0.2	99.3%
17	24	21.74	1	21.7	2.26	2.3	90.6%
18	24	21.7	1	21.7	2.3	2.3	90.4%
19	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
20	24	21.7	1	21.7	2.3	2.3	90.4%
21	24	22.9	1	22.9	1.1	1.1	95.4%
22	24	21.34	1	21.3	2.66	2.7	88.9%
23	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
24	24	22.95	1	23.0	1.05	1.1	95.6%
25	24	22.84	1	22.8	1.16	1.2	95.2%
26	24	22.38	1	22.4	1.62	1.6	93.3%
27	24	22.7	1	22.7	1.3	1.3	94.6%
28	24	21.6	1	21.6	2.4	2.4	90.0%
29	24	22.9	1	22.9	1.1	1.1	95.4%
30	24	21.86	1	21.9	2.14	2.14	91.1%
							<b>94.4%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el reporte de ocurrencia de julio 2020 (tabla 16), se detalla la mantenibilidad (MTTR) con un promedio de 1.35 horas y la confiabilidad (MTBF) con un promedio de 22.7 horas, en la máquina atomizador ATM-90.

Figura 25 Post datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR julio 2020



Fuente: Elaboración propia

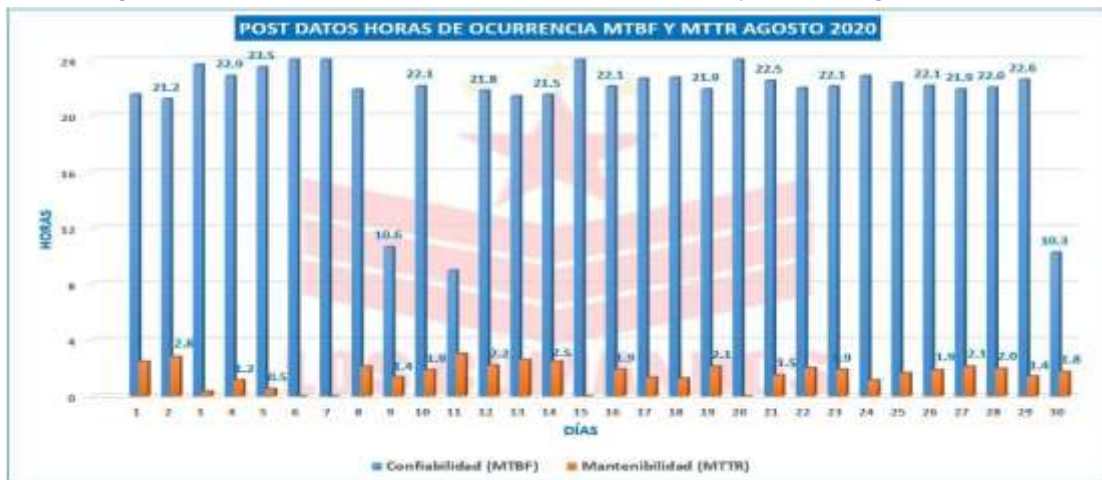
Tabla 17 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR post datos agosto 2020

REPORTE DE OCURRENCIAS							
Mes	Agosto 2020						
Máquina	Atomizador ATM-90						
Día	Tiempo Planificado	Tiempo real (horas)	Averías	Confiabilidad (MTBF)	Tiempo de averías	Mantenibilidad (MTR)	Disponibilidad (D)
1	24	21.53	1	21.5	2.47	2.5	89.7%
2	24	21.2	1	21.2	2.8	2.8	88.3%
3	24	23.66	1	23.7	0.34	0.3	98.6%
4	24	22.85	1	22.9	1.15	1.2	95.2%
5	24	23.48	1	23.5	0.52	0.5	97.8%
6	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
7	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
8	24	21.88	1	21.9	2.12	2.1	91.2%
9	24	21.29	2	10.6	2.71	1.4	88.7%
10	24	22.12	1	22.1	1.88	1.9	92.2%
11	24	17.94	2	9.0	6.06	3.0	74.8%
12	24	21.81	1	21.8	2.19	2.2	90.9%
13	24	21.41	1	21.4	2.59	2.6	89.2%
14	24	21.51	1	21.5	2.49	2.5	89.6%
15	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
16	24	22.1	1	22.1	1.9	1.9	92.1%
17	24	22.66	1	22.7	1.34	1.3	94.4%
18	24	22.73	1	22.7	1.27	1.3	94.7%
19	24	21.89	1	21.9	2.11	2.1	91.2%
20	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
21	24	22.5	1	22.5	1.5	1.5	93.8%
22	24	21.99	1	22.0	2.01	2.0	91.6%
23	24	22.1	1	22.1	1.9	1.9	92.1%
24	24	22.85	1	22.9	1.15	1.2	95.2%
25	24	22.35	1	22.4	1.65	1.7	93.1%
26	24	22.14	1	22.1	1.86	1.9	92.3%
27	24	21.89	1	21.9	2.11	2.1	91.2%
28	24	22.03	1	22.0	1.97	2.0	91.8%
29	24	22.59	1	22.6	1.41	1.4	94.1%
30	24	20.5	2	10.25	3.5	1.8	85.4%
							<b>93%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el reporte de ocurrencia de agosto 2020 (tabla 17), se detalla la mantenibilidad (MTTR) con un promedio de 1.56 horas y la confiabilidad (MTBF) con un promedio de 21.24 horas, en la máquina atomizador ATM-90.

Figura 26 Post datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR agosto 2020



Fuente: Elaboración propia



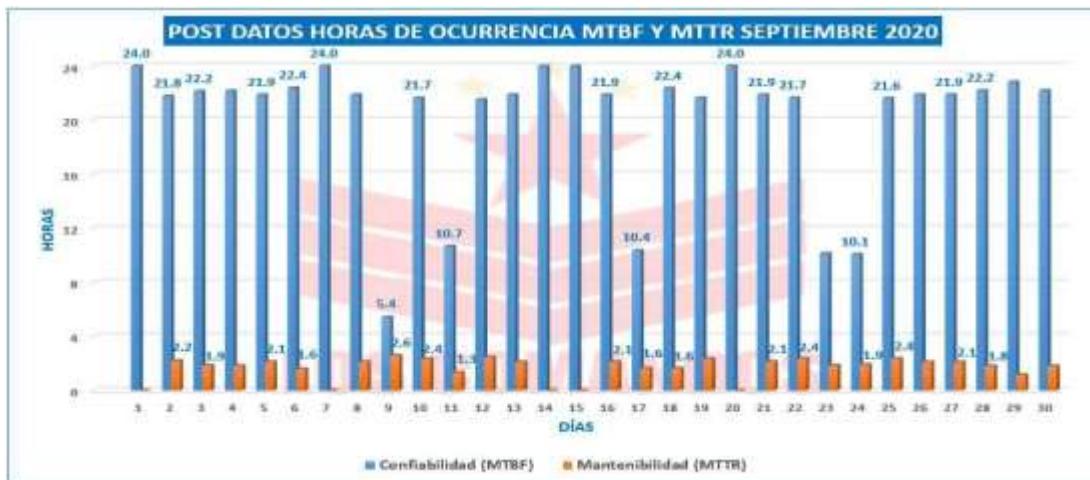
Tabla 18 Reporte de ocurrencia MTBF y MTTR post datos septiembre 2020

REPORTE DE OCURRENCIAS							
Mes	Septiembre 2020						
Máquina	Atomizador ATM-90						
Día	Tiempo Planificado	Tiempo real (horas)	Averías	Confiabilidad (MTBF)	Tiempo de averías	Mantenibilidad (MTTR)	Disponibilidad (D)
1	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
2	24	21.79	1	21.8	2.21	2.2	90.8%
3	24	22.15	1	22.2	1.85	1.9	92.3%
4	24	22.17	1	22.2	1.83	1.8	92.4%
5	24	21.89	1	21.9	2.11	2.1	91.2%
6	24	22.4	1	22.4	1.6	1.6	93.3%
7	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
8	24	21.89	1	21.9	2.11	2.1	91.2%
9	24	16.26	3	5.4	7.74	2.6	67.8%
10	24	21.65	1	21.7	2.35	2.4	90.2%
11	24	21.34	2	10.7	2.66	1.3	88.9%
12	24	21.54	1	21.5	2.46	2.5	89.8%
13	24	21.89	1	21.9	2.11	2.1	91.2%
14	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
15	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
16	24	21.89	1	21.9	2.11	2.1	91.2%
17	24	20.71	2	10.4	3.29	1.6	86.3%
18	24	22.36	1	22.4	1.64	1.6	93.2%
19	24	21.65	1	21.7	2.35	2.4	90.2%
20	24	24	0	24.0	0	0.0	100.0%
21	24	21.89	1	21.9	2.11	2.1	91.2%
22	24	21.65	1	21.7	2.35	2.4	90.2%
23	24	20.29	2	10.1	3.71	1.9	84.5%
24	24	20.15	2	10.1	3.85	1.9	84.0%
25	24	21.63	1	21.6	2.37	2.4	90.1%
26	24	21.9	1	21.9	2.1	2.1	91.3%
27	24	21.9	1	21.9	2.1	2.1	91.3%
28	24	22.19	1	22.2	1.81	1.8	92.5%
29	24	22.84	1	22.8	1.16	1.2	95.2%
30	24	22.2	1	22.2	1.8	1.8	92.5%
							<b>91%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el reporte de ocurrencia de septiembre 2020 (tabla 18), se detalla la mantenibilidad (MTTR) con un promedio de 1.66 horas y la confiabilidad (MTBF) con un promedio de 20.20 horas, en la máquina atomizador ATM-90.

Figura 27 Post datos horas de ocurrencia MTBF y MTTR septiembre 2020



Fuente: Elaboración propia



Figura 28 Post datos del % de disponibilidad 2020



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 28, se aprecia los 90 datos post prueba, la tendencia de la disponibilidad mejoró en la empresa cerámica, la misma que se encuentra en el promedio de 90% de disponibilidad durante los meses de julio, agosto y septiembre 2020, como se muestra a continuación en las siguientes figuras disgregadas por cada mes descrito.

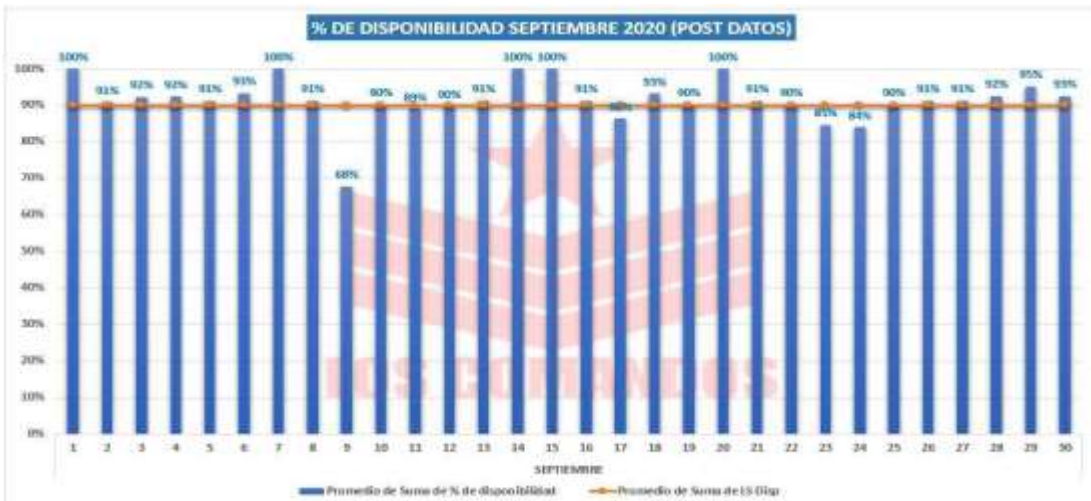
Figura 29 Post datos del % de disponibilidad julio 2020



Figura 30 Post datos del % de disponibilidad agosto 2020



Figura 31 Post datos del % de disponibilidad septiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla los datos correspondientes al año 2020 los cuales pasarían a ser nuestros datos post, prosiguiendo por nuestra variable independiente con sus respectivos indicadores.

*Tabla 19 Coeficiente de disponibilidad operacional post prueba julio 2020*

COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		
Disponibilidad Operacional julio 2020	Tiempo de paradas	Tiempo de Paradas en (Min)
Etiquetas de fila	Suma de Horas de paro	Suma de minutos de paro
ALTO STOCK EN SILOS	15.37	922.00
FALTA DE BARBOTINA EN LA Balsa A	11.33	680.00
LIMPIEZA DE CÁMARA	9.08	545.00
CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	7.67	460.00
LIMPIEZA DE ABATIDOR	4.00	240.00
CAMBIO DE VALVULAS DE FILTROS	2.33	140.00
FALTA DE SILOS POR PRUEBA INDUSTRIAL	2.33	140.00
PARADA DE PLANTA	2.00	120.00
REGULACIÓN DE COMPUERTA DE MOTOR	2.00	120.00
FALTA DE PERSONAL POR FERIADO	1.89	113.33
ATORO DE TOBERAS	1.08	65.00
CAIDA DE TENSIÓN EN SUBESTACIÓN	1.00	60.00
<b>Total general</b>	<b>60.09</b>	<b>3,605.33</b>
Días		7
Horas		24
Semana		168
Mes		672
TC		40,320
TO		36,715
<b>D</b>		<b>91.1%</b>

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$$

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 20 Coeficiente de disponibilidad operacional post prueba agosto 2020*

COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		
Disponibilidad Operacional agosto 2020	Tiempo de paradas	Tiempo de Paradas en (Min)
Etiquetas de fila	Suma de Horas de paro	Suma de minutos de paro
LIMPIEZA DE CÁMARA	8.42	505.00
ALTO STOCK EN SILOS	6.50	390.00
FALTA DE BARBOTINA EN LA Balsa A	6.08	365.00
PRUEBA INDUSTRIAL	5.90	354.00
LIMPIEZA DE CÁMARA	5.83	350.00
FALLA Y/O CAMBIO DE POLINES RECTOS	5.42	325.00
PARCHADO DE FAJA	4.40	264.00
LIMPIEZA DE ABATIDOR	4.30	258.00
LIMPIEZA DE Balsa B	2.70	162.00
CAMBIO DE FAJA Y/O POLINES	2.17	130.00
TRASBALSE DE PASTA NUEVA	2.00	120.00
FALTA DE SILOS POR PRUEBA INDUSTRIAL	2.00	120.00
FALLA EN BOMBAS Y/O TAMICES DE OLLA	1.67	100.00
LIMPIEZA DE CORONA	1.00	60.00
CAIDA DE GRUMOS	0.83	50.00
REGULACIÓN DE COMPUERTA	0.50	30.00
CAIDA DE TENSIÓN EN SUBESTACIÓN	0.25	15.00
<b>Total general</b>	<b>59.97</b>	<b>3,598.00</b>
Días		7
Horas		24
Semana		168
Mes		672
TC		40,320
TO		36,722
<b>D</b>		<b>91.1%</b>

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$$

Fuente: Elaboración propia



Tabla 21 Coeficiente de disponibilidad operacional post prueba septiembre 2020

COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL		
Disponibilidad Operacional septiembre 2020	Tiempo de paradas	Tiempo de Paradas en (Min)
Etiquetas de fila	Suma de Horas de paro	Suma de minutos de paro
ALTO STOCK EN SILOS	17.33	1,040.00
LIMPIEZA DE CÁMARA	11.52	691.47
REGULACIÓN DE COMPUERTA	7.00	420.00
CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	4.67	280.00
PARCHADO DE FAJA	3.33	200.00
LIMPIEZA DE CORONA	2.00	120.00
ATORO DE TOBERAS	1.00	60.00
FALTA DE BARBOTINA EN LA BALSA A	1.00	60.00
TRASBALSE DE PASTA NUEVA	0.83	50.00
LIMPIEZA DE BALSA B	0.50	30.00
<b>Total general</b>	<b>49.19</b>	<b>2,951.47</b>
	<b>Dias</b>	<b>7</b>
	<b>Horas</b>	<b>24</b>
	<b>Semana</b>	<b>168</b>
	<b>Mes</b>	<b>672</b>
	<b>TC</b>	<b>40,320</b>
	<b>TO</b>	<b>37,369</b>
	<b>D</b>	<b>92.7%</b>

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$$

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en las tablas 19, 20 y 21, se demuestra que la disponibilidad operacional de julio (91%), agosto (90%) y septiembre (93%) del 2020 de la máquina atomizador ATM-90 mejoró en un constante crecimiento lineal estable de 90% , las cuales fueron el resultado de dividir el tiempo operativo (TO) entre el tiempo de carga (TC).

Tabla 22 Primera capacitación TPM post datos 2020

Primera Capacitación TPM							
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Expositor	Puntaje	Indicador
1	Avila Calderon Fabio	17/07/2020	Presencial	Principios del TPM	X		
2	Ortega Sánchez Peter	17/07/2020	Presencial		X		
3	Borja Morales Raúl	17/07/2020	Presencial			15	Excelente
4	Cárdenas Morales Joselito	17/07/2020	Presencial			13	Bueno
5	Céspedes Morales José	17/07/2020	Presencial			16	Excelente
6	Oscoco Samata Marcelino	17/07/2020	Presencial			14	Bueno
7	Perez Dupuy John	17/07/2020	Presencial			16	Excelente
8	Rodríguez Mitacc Oswaldo	17/07/2020	Presencial			12	Bueno
9	Sánchez Sarango José	17/07/2020	Presencial			15	Excelente
10	Turpo Chaiña Luis	17/07/2020	Presencial			14	Bueno
						<b>14.4</b>	<b>Bueno</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 32 Primera capacitación TPM post datos 2020



Fuente: Elaboración propia

Figura 33 Evidencia uno de primera capacitación TPM 2020



Fuente: Elaboración propia

Figura 34 Evidencia dos de primera capacitación TPM 2020



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la primera capacitación TPM 2020 (tabla 22 y figura 32, 33 y 34), se abordó el tema de “principios del TPM” a los colaboradores de producción, emitido in situ por parte del supervisor de área y de uno de los integrantes del presente proyecto de investigación, posterior a ello se evaluó el aprendizaje teniendo como resultados indicadores favorables en promedio entre bueno (11 a 14) y excelente (15 a 20).

Tabla 23 Segunda capacitación TPM post datos 2020

Segunda Capacitación TPM							
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Expositor	Puntaje	Indicador
1	Ortega Sánchez Peter	01/08/2020	Remoto	¿Qué es el TPM y porqué usarlo?	X		
2	Castro Pérez Ronal	01/08/2020	Remoto		X		
3	Borja Morales Raúl	01/08/2020	Remoto			16	Excelente
4	Cárdenas Morales Joselito	01/08/2020	Remoto			13	Bueno
5	Céspedes Morales José	01/08/2020	Remoto			16	Excelente
6	Oscoco Samata Marcelino	01/08/2020	Remoto			16	Excelente
7	Perez Dupuy John	01/08/2020	Remoto			17	Excelente
8	Rodríguez Mitacc Oswaldo	01/08/2020	Remoto			13	Bueno
9	Sánchez Sarango José	01/08/2020	Remoto			15	Excelente
10	Turpo Chaiña Luis	01/08/2020	Remoto			14	Bueno
						<b>15.0</b>	<b>Excelente</b>

Fuente: Elaboración propia

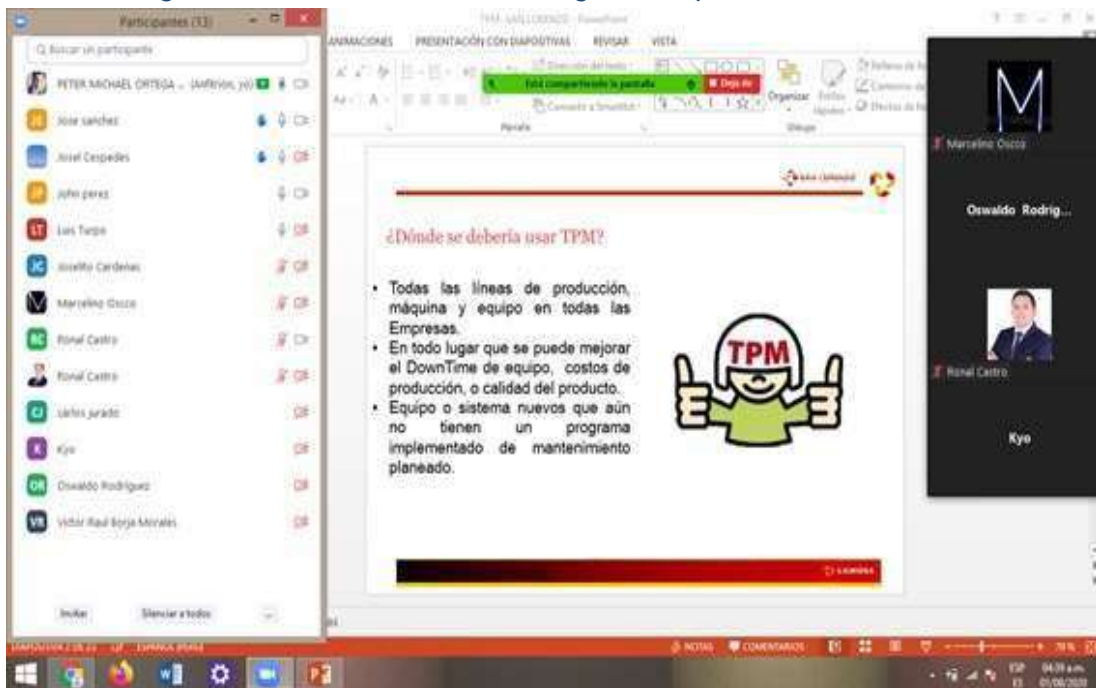


Figura 35 Segunda capacitación TPM post datos 2020



Fuente: Elaboración propia

Figura 36 Evidencia uno de la segunda capacitación TPM 2020



Fuente: Elaboración propia

Figura 37 Evidencia dos de la segunda capacitación TPM 2020



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la segunda capacitación TPM 2020 (tabla 23 y figuras 35, 36 y 37), se abordó el tema de “¿Qué es el TPM y por qué usarlo?” a los colaboradores de producción, emitido vía online por aplicativo zoom por parte de los dos (2) integrantes del presente proyecto de investigación, posterior a ello se evaluó el aprendizaje teniendo como resultados indicadores favorables en promedio entre bueno (11 a 14) y excelente (15 a 20).

Tabla 24 Tercera capacitación TPM post datos 2020

Tercera Capacitación TPM							
N°	Integrantes	Fecha	Modalidad	Tema	Expositor	Puntaje	Indicador
1	Ortega Sánchez Peter	11/09/2020	Remoto	Los Pilares del TPM	X		
2	Castro Pérez Ronal	11/09/2020	Remoto		X		
3	Borja Morales Raúl	11/09/2020	Remoto			18	Excelente
4	Cárdenas Morales Josefito	11/09/2020	Remoto			14	Bueno
5	Céspedes Morales José	11/09/2020	Remoto			18	Excelente
6	Oscoco Samata Marcelino	11/09/2020	Remoto			16	Excelente
7	Perez Dupuy John	11/09/2020	Remoto			17	Excelente
8	Rodríguez Mitacc Oswaldo	11/09/2020	Remoto			14	Bueno
9	Sánchez Sarango José	11/09/2020	Remoto			16	Excelente
10	Turpo Chaiña Luis	11/09/2020	Remoto			16	Excelente
						<b>16.1</b>	<b>Excelente</b>

Fuente: Elaboración propia



Figura 38 Tercera capacitación TPM post datos 2020



Fuente: Elaboración propia

Figura 39 Evidencia uno de la tercera capacitación TPM 2020



Fuente: Elaboración propia

Figura 40 Evidencia dos de la tercera capacitación TPM 2020



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tercera capacitación TPM 2020 (tabla 24 y figuras 38, 39 y 40), se abordó el tema de “Los pilares del TPM”, a los colaboradores de producción, emitido vía online por aplicativo zoom por parte de los dos (2) integrantes del presente proyecto de investigación, posterior a ello se evaluó el aprendizaje teniendo como resultados indicadores favorables en promedio entre bueno (11 a 14) y excelente (15 a 20).

#### Análisis económico financiero

Para el presente trabajo de investigación el análisis económico financiero consta en comprobar si el proyecto de investigación es rentable en beneficio de la empresa, en la siguiente tabla de “flujo económico” podemos apreciar los cálculos entre los costos pre y post que nos darán el beneficio por cada mes, así como también las inversiones tangibles e intangibles que nos darán el total valor neto, con ello se calculará el VAN donde se aprecia que al sexto mes ya se ha recuperado lo invertido y así mismo ya se está obteniendo una ganancia con un costo de oportunidad de 18%, con el caculo TIRE comprobamos que la tasa interna de retorno es loable y aplica con respecto a nuestro costo de oportunidad del capital, finalmente comprobamos con el cálculo del ratio beneficio que es mayor que uno (1.10) este factor nos indica que la empresa ya está ganando.

Tabla 25 Flujo de caja económico

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
<b>Costos Pre</b>		S/93,750	S/90,000	S/90,300	S/91,000	S/90,600	S/90,600
Consumo de Gas		S/66,150	S/63,700	S/64,500	S/65,200	S/64,800	S/64,800
Fallas operacionales		S/9,600	S/8,800	S/8,800	S/8,800	S/8,800	S/8,800
Fallas por mantenimiento		S/18,000	S/17,500	S/17,000	S/17,000	S/17,000	S/17,000
<b>Costos Post</b>		S/83,535	S/82,968	S/82,968	S/82,968	S/82,968	S/82,968
Consumo de Gas		S/59,535	S/58,968	S/58,968	S/58,968	S/58,968	S/58,968
Fallas operacionales		S/8,000	S/8,000	S/8,000	S/8,000	S/8,000	S/8,000
Fallas por mantenimiento		S/16,000	S/16,000	S/16,000	S/16,000	S/16,000	S/16,000
<b>Beneficio</b>		S/10,215	S/7,032	S/7,332	S/8,032	S/7,632	S/7,632
<b>Inversiones Tangibles</b>	S/2,024						
Materiales de oficina	S/500						
Útiles de oficina	S/174						
Alimentación	S/1,080						
Movilidades	S/270						
<b>Inversiones Intangibles</b>	S/23,918						
Responsables del proyecto	S/15,839						
Alquiler inmuebles	S/2,279						
Servicios básicos	S/200						
Estudios	S/5,600						
<b>TOTALES NETOS</b>	-S/25,942	S/10,215	S/7,032	S/7,332	S/8,032	S/7,632	S/7,632
<b>Cálculo del VAN</b>		S/2,534					
Costo de Oportunidad del capital		18%					
<b>Cálculo de la TIRE</b>		21.93%					
<b>Cálculo del ratio Beneficio / Costo</b>		1.10					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Datos presupuestados Atomizador - Gas

DATOS PRESUPUESTADOS ATOMIZADOR - GAS					
Costos Pre					
Consumo de Gas	Consumo m3 / día	Días	m3 / mes	Valor m3	Valor m3 / mes
Mes 1	350	30	10,500	S/6.3	S/66,150
Mes 2	337	30	10,111	S/6.3	S/63,700
Mes 3	341	30	10,238	S/6.3	S/64,500
Mes 4	345	30	10,349	S/6.3	S/65,200
Mes 5	343	30	10,286	S/6.3	S/64,800
Mes 6	343	30	10,286	S/6.3	S/64,800
Costos Post					
Consumo de Gas	Consumo m3 / día	Días	m3 / mes	Valor m3	Valor m3 / mes
Mes 1	315	30	9,450	S/6.3	S/59,535
Mes 2	312	30	9,360	S/6.3	S/58,968
Mes 3	312	30	9,360	S/6.3	S/58,968
Mes 4	312	30	9,360	S/6.3	S/58,968
Mes 5	312	30	9,360	S/6.3	S/58,968
Mes 6	312	30	9,360	S/6.3	S/58,968

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 Datos presupuestados Atomizador - Fallas Operacionales

DATOS PRESUPUESTADOS ATOMIZADOR - FALLAS OPERACIONALES			
Costos Pre			
Fallas operacionales	Cantidad	Costo	Valor
Mes 1	12	S/800	S/9,600
Mes 2	11	S/800	S/8,800
Mes 3	11	S/800	S/8,800
Mes 4	11	S/800	S/8,800
Mes 5	11	S/800	S/8,800
Mes 6	11	S/800	S/8,800
Costos Post			
Fallas operacionales	Cantidad	Costo	Valor
Mes 1	10	S/800	S/8,000
Mes 2	10	S/800	S/8,000
Mes 3	10	S/800	S/8,000
Mes 4	10	S/800	S/8,000
Mes 5	10	S/800	S/8,000
Mes 6	10	S/800	S/8,000

Fuente: Elaboración propia



Tabla 28 Datos presupuestados Atomizador - Fallas por mantenimiento

<b>DATOS PRESUPUESTADOS ATOMIZADOR - FALLAS POR MANTENIMIENTO</b>			
<b>Costos Pre</b>			
<b>Fallas por mantenimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Valor</b>
Mes 1	30	S/600	S/18,000
Mes 2	29	S/600	S/17,500
Mes 3	28	S/600	S/17,000
Mes 4	28	S/600	S/17,000
Mes 5	28	S/600	S/17,000
Mes 6	28	S/600	S/17,000
<b>Costos Post</b>			
<b>Fallas por mantenimiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Valor</b>
Mes 1	27	S/600	S/16,000
Mes 2	27	S/600	S/16,000
Mes 3	27	S/600	S/16,000
Mes 4	27	S/600	S/16,000
Mes 5	27	S/600	S/16,000
Mes 6	27	S/600	S/16,000

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 25, 26, 27 y 28, se detalla los costos pre y post de nuestro flujo de caja económico, detallando los datos presupuestados de la máquina Atomizador ATM-90 correspondiente al consumo de gas, fallas operacionales y fallas por mantenimiento.

El consumo de gas en pre datos por los 6 meses es de S/ 389,150.00 y el consumo de gas en los post datos por los 6 meses es de S/. 354,375.00.

Las fallas operacionales en los pre datos por los 6 meses es de S/ 53,600.00 y el costo de las fallas operacionales en los post datos por los 6 meses es de S/ 48,000.00.

Las fallas por mantenimiento en los pre datos por los 6 meses es de S/ 103,500.00 y el costo de las fallas por mantenimiento en los post datos por los 6 meses es de S/ 96,000.00.

Tabla 29 Inversiones tangibles e intangibles

Rubros		Aportes Monetarios			
Recursos humanos (No Monetario)	Código clasificador MEF	Involucrados	Cantidad Unitaria Parte I	Cantidad Unitaria Parte II	Cantidad Total
	2.1.15 DOCENTES UNIVERSITARIOS				
	2.1.15.12 PERSONAL CONTRATADO	Asesor	1		1
	Código clasificador MEF	Items	Costo Unitario Parte I S/.	Costo Unitario Parte II S/.	Costo Total S/.
	TIEMPO EMPLEADO DE PETER ORTEGA	Responsables del Proyecto (**)	3,588.00	3,588.00	7,176.00
TIEMPO EMPLEADO DE RONAL CASTRO	Responsables del Proyecto (**)	4,331.60	4,331.60	8,663.20	
<b>Total</b>					<b>15,839.20</b>
Equipos y Bienes Duraderos	Código clasificador MEF	Items	Costo Unitario Parte I S/.	Costo Unitario Parte II S/.	Costo Total S/.
	2.3.25 ALQUILERES DE MUEBLES E INMUEBLES				
	2.3.25.11 DE EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS	Alquiler de Departamento (**) (Ronald Castro Perez)	850.00	850.00	1700.00
		Alquiler de Habitación (**) (Peter Ortega Sanchez)	278.80	300.00	578.80
	2.3.22 SERVICIOS BASICOS, COMUNICACIONES, PUBLICIDAD Y DIFUSION			0.00	
	2.3.22.21 SERVICIO DE TELEFONIA MOVIL	2 Celulares (**)	120.00	120.00	240.00
2.3.15.1 MATERIALES Y UTILES DE OFICINA	2 Laptops (**)	130.00	130.00	260.00	
<b>Total</b>					<b>2,778.80</b>
Materiales e insumos, asesorías especializadas y servicios, gastos operativos	2.3 BIENES Y SERVICIOS				
	2.3.1 COMPRA DE BIENES				
	2.3.11 ALIMENTOS Y BEBIDAS				
	2.3.11.11 ALIMENTOS Y BEBIDAS PARA CONSUMO HUMANO	Alimentación	540.00	540.00	1080.00
	2.3.15 MATERIALES Y UTILES				
	2.3.15.1 MATERIALES Y UTILES DE OFICINA	Impresiones	1.00	1.00	2.00
		Útiles de oficina	28.00	28.00	56.00
		Copias	3.00	3.00	6.00
		Otros	27.00	27.00	54.00
	2.3.19 MATERIALES Y UTILES DE ENSEÑANZA				
	MATERIALES				
	2.3.19.11 LIBROS, TEXTOS Y OTROS MATERIALES IMPRESOS	Libros y separatas	13.00	13.00	26.00
	2.3.19.12 MATERIAL DIDACTICO, ACCESORIOS Y OTROS UTILES DE ENSEÑANZA	Material didáctico	15.00	15.00	30.00
	2.3.21 VIAJES				
	2.3.21.2 VIAJES DOMESTICOS				
	2.3.21.21 PASAJES Y GASTOS DE TRANSPORTE	Movilidad (taxi)	70.00	100.00	170.00
		Movilidad (Colectivo)	30.00	70.00	100.00
	2.3.22 SERVICIOS BASICOS, COMUNICACIONES, PUBLICIDAD Y DIFUSION				
	2.3.22.1 SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA, AGUA Y GAS				
	2.3.22.11 SERVICIO DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	Electricidad	35.00	35.00	70.00
2.3.22.2 SERVICIO DE TELEFONIA E INTERNET					
2.3.22.23 SERVICIO DE INTERNET	Internet	65.00	65.00	130.00	
2.3.27 SERVICIOS PROFESIONALES Y TECNICOS					
2.3.27.2 SERV. DE CONSULTORIAS Y SIMILARES DESARROLLADO POR PERSONAS NATURALES					
2.3.27.29 ESTUDIOS	Matrícula académica	350.00	350.00	700.00	
	Pensión académica (**)	2450.00	2450.00	4900.00	
Leyenda de colores	Tangibles	<b>Total</b>			<b>7,324.00</b>
	Intangibles	<b>Total acumulado</b>			<b>25,942.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla anterior se detalla las inversiones tangibles (S/ 2,024.00) e intangibles (S/ 23,918.00) según los colores de la leyenda.

De Andrés, De Fuente y San Martín (2014), en su artículo científico denominado *capital budgeting practices in Spain*, define al financiamiento de las tesis o proyectos de investigación para grado como:

El interés en saber si los CFO (Chief Financial Officer) aplican modelos de presupuesto de capital propuestos por académicos ha inspirado una corriente de investigación que ha producido resultados algo inquietantes. En comparación con la velocidad con la que se adoptan otros tipos de innovaciones en las empresas, las nuevas herramientas de presupuesto de capital se adoptan sorprendentemente lentamente. Parece que los directores financieros tienden a acumularse progresivamente y dejar aislados a los que quieren un mejor su desempeño o progreso como disciplina en educación.

### 3.6 Método de análisis de datos

#### Análisis estadístico descriptivo

##### Medidas de tendencias central

Zumarán, et al. (2017), La estadística descriptiva en su enfoque básico para determinar datos y transformar en indagación sobresaliente a tener en cuenta en una investigación, sugiere un grupo de indicadores estadísticos que acepten una apreciación rápida de lo que sucede en el estudio (p. 119).

##### Media aritmética ( $\bar{x}$ )

Zumarán, et al. (2017), es el promedio de las cifras, en resumen; es la conclusión que se obtiene al dividir la sumatoria de las cantidades entre el número total de las mismas, es importante considerar que se puede obtener con pocas o grandes cifras (p. 119).

##### Mediana ( $Me$ )

Zumarán, et al. (2017), se define como el punto medio de la repartición de los datos agrupados, quiere decir es el dato que divide a dicha repartición en dos partes relacionadas a las reiteraciones, ocupa el lugar central de todos los datos (p. 121).

##### Moda ( $\text{Mo}$ )

Zumarán, et al. (2017), está dado por la característica o por el valor que se repite con gran reiteración dentro de una serie de datos (p. 123).

##### Medidas de dispersión

Zumarán, et al. (2017), las medidas de variabilidad o dispersión son números que miden el grado de separación de las cifras respecto a un valor, básicamente es la media aritmética (p. 124).

Varianza ( $\sigma^2$ )

Zumarán, et al. (2017), la varianza es la media aritmética de los cuadrados de las diferencias de datos, con respecto a su media aritmética (p. 124).

Desviación estándar (S)

Zumarán, et al. (2017), la desviación estándar se puede definir como la raíz cuadrada de la varianza. Es uno de los métodos estadísticos de gran uso, puesto que las unidades de la variable no están elevados al cuadrado sino en unidades originales (p. 125).

Análisis estadístico inferencial

Hernández, Fernández y Baptista (2014), La estadística inferencial ayuda a estimar parámetros y comprobar la hipótesis basado en la distribución muestral, rigiéndose del análisis paramétrico, análisis no paramétrico o el análisis multivariado (p. 299).

Prueba chi-cuadrado de Pearson

Soto (2015), se emplea para definir la dependencia o la asociación de las variables, prueba no paramétrica (p. 73).

### 3.7 Aspectos éticos

Para el presente proyecto de investigación, tomando en referencia el código de ética de IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Advancing Technology for Humanity, y del código de conducta profesional y ética de la ACM (Association Of Computing Machinery), se tendrá en cuenta el compromiso, capacidad técnica, neutralidad, e imparcialidad en el trato y colaboración profesional, aceptando la manifestación abierta, informada y expresada de las personas según sea dado el involucramiento para el propósito del trabajo de investigación respetando los derechos de propiedad intelectual, confidencialidad y privacidad, según la normativa legal vigente.

En el actual trabajo de investigación cumple con los reglamentos y criterios establecidos por la Universidad César Vallejo, basándonos en la normativa de la universidad con los artículos establecidos, mediante el esqueleto del proyecto se respetó los derechos del autor respecto a la bibliografía utilizada, también la discreción y la privacidad para el manejo de información confidencial de la compañía, considerada para el actual trabajo de investigación. Los resultados son veraces, su principal fin es mejorar el problema planteado con las recomendaciones mencionadas al concluir el trabajo de investigación.



Villanueva et al. (2019) en su artículo científico denominado *A race re-imaged, intersectional approach to academic mentoring: Exploring the perspectives and responses of womxn in science and engineering research*, define al aspecto ético como:

Este trabajo es importante para la psicología educativa y social, ya que puede arrojar luz sobre cómo los participantes internalizan y externalizan los temas como la tutoría académica dentro de los protocolos de entrevista. Al mismo tiempo, los métodos utilizados en este estudio pueden ayudar a informar métodos cuantitativos a técnicas tradicionalmente cualitativas para investigación informada por la seccionalidad. En este estudio, nuestro objetivo era examinar las perspectivas interseccionales y respuestas psicofisiológicas de la tutoría académica en la investigación para profesores femeninos y estudiantes graduados que tradicionalmente están considerados en sus campos de ciencia e ingeniería.

Así mismo, Muraille (2019) en su artículo científico *Ethical control of innovation in a globalized and liberal world: Is good science still science?*, define al aspecto ético como:

Finalmente, es además muy importante tener una eficiente ética de regulación de innovación en los sitios de ciencias en nuestras sociedades. En su famosa política de filosofía de trabajo, los *Leviatán*, Thomas Hobbes propusieron "Ciencias en los conocimientos de consecuencias, y dependencia de un hecho sobre otro." Eso recuerda aquellas OMS que podrían tener olvidado como investigación enfocada sólo acerca de producir innovación para la economía, además los objetivos adquieren una coherente representación de los mundos como guía a nuestro comportamiento y ayuda hacernos racional, muchos ejemplos presentados en este artículo demuestran conocimiento esencial a establecer los causales entre una innovación y sus positivos o efectos negativos.

Por otro lado, Li y Qiu (2011) en su artículo científico *Reducing risks in engineering management for the collection of social security premiums through financial engineering and from ethical points*, define al aspecto ético como:

Perfeccionar la ley y el sistema para brindar una buena plataforma y una garantía sólida para el normal funcionamiento de las redes sociales y seguridad. Hacer un buen trabajo en publicidad y educación para mejorar la conciencia de pago de las empresas y empleados, disminuir conflictos y fricciones en el proceso de cobranza, e intensificar la construcción del concepto de ética en desarrollo del gobierno mejorando la transparencia operativa del trabajo de seguridad social para disminuir el riesgo de reputación.

Finalmente, Mantelero (2018) en su artículo científico AI and Big Data: A blueprint for a human rights, social and ethical impact assessment, define al aspecto ético como:

El desarrollo de una auto evaluación establecida como modelo en los derechos humanos, para poder contribuir a la evolución de los existentes DPIA, hacia una completa evaluación de los modelos pro planteado en los derechos humano, ético y evaluación de impacto social (HRESIA) está más cercanamente alineado con las intenciones de los UE legisladores o salvaguardia que no solamente son los derechos a la protección de datos personales, sino que además a los derechos fundamentales y libertades de personas naturales, que todavía no están adecuadamente dirigidos por los datos de protección reguladoras y parcialmente por estudios de eruditos legales.

*Tabla 30 Código de ética – UCV*

<b>Códigos de Ética de la Universidad César Vallejo</b>	
<b>Artículo 3°</b>	"Respeto por las personas en su integridad y automomía"
<b>Artículo 8°</b>	"Competencia profesional y científica"
<b>Artículo 10°</b>	"La investigación con seres humanos"
<b>Artículo 15°</b>	"De la política antiplagio"
<b>Artículo 16°</b>	"De los derechos del autor"
<b>Artículo 17°</b>	"Del investigador principal y personal investigador"

Fuente: <https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>

## **IV. RESULTADOS**

## Análisis estadístico descriptivo

Variable Independiente TPM

Dimensión: Disponibilidad operacional pre datos (2019) y post datos (2020).

*Tabla 31 Estadística descriptiva Disponibilidad operacional*

Estadísticas Descriptivas % de disponibilidad operacional 2019		Estadísticas Descriptivas % de disponibilidad operacional 2020	
Media	82.46666667	Media	91.63333333
Error Estándar	1.033333333	Error Estándar	0.533333333
Mediana	83.5	Mediana	91.1
Moda	83.5	Moda	91.1
Desvío Estándar	1.789785834	Desvío Estándar	0.923760431
Varianza de la muestra	3.203333333	Varianza de la muestra	0.853333333
Asimetría/Sesgo	-1.732050808	Asimetría/Sesgo	1.732050808
Rango	3.1	Rango	1.6
Mínimo	80.4	Mínimo	91.1
Máximo	83.5	Máximo	92.7
Suma	247.4	Suma	274.9
Cuenta	3	Cuenta	3

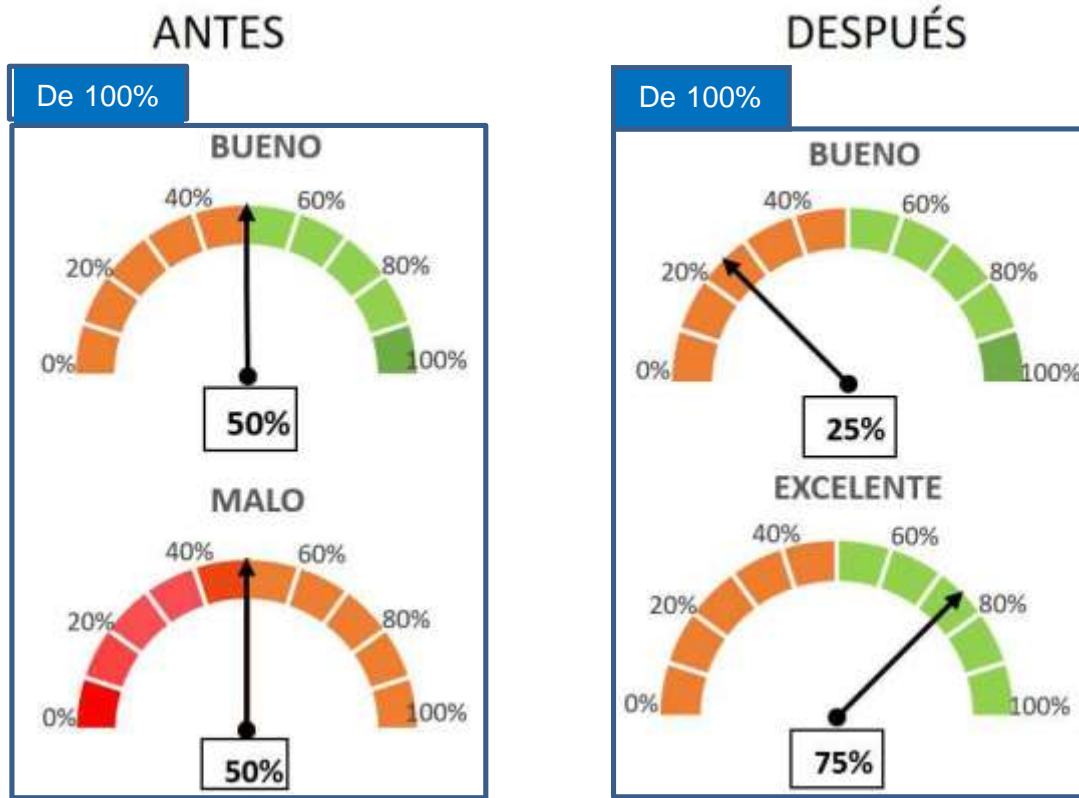
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 31, la estadística descriptiva del % de disponibilidad operacional (D), comparativa con los datos pre y post, la media del 2019 (82.46) frente a la media del 2020 (91.63) tuvo un incremento de 9.17, así mismo la desviación estándar oscila el 2019 (1.78) y la desviación estándar 2020 (0.92), la varianza tuvo un grado de variabilidad 2019 (3.20) y la del 2020 (0.85) y por último para hallar el rango calculamos el valor máximo menos el valor mínimo donde el 2019 (3.1) versus el 2020 (1.6).

Análisis de contexto

Dimensión: Capacitación pre datos (2019) y post datos (2020).

Figura 41 % de resultados comparativos de capacitación



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el análisis de contexto en la capacitación (figura 41), que recibió el personal operario (8) que está involucrado con la máquina Atomizador ATM-90, antes de la implementación de la metodología del TPM el 50% de los operarios obtuvieron un puntaje de bueno y la otra parte del 50% obtuvieron un puntaje de malo. Posterior a la capacitación brindada al personal operario (8), se obtuvo un puntaje de bueno en el 25% de operarios y excelente en el otro 75%.

Variable dependiente: Disponibilidad pre datos (2019) y post datos (2020).

*Tabla 32 Estadística descriptiva % de disponibilidad*

Estadísticas Descriptiva % disponibilidad 2019		Estadísticas Descriptiva % disponibilidad 2020	
Media	84.39814815	Media	92.81435185
Error Estándar	1.905442072	Error Estándar	0.558419646
Mediana	91.66666667	Mediana	92.27083333
Moda	100	Moda	100
Desvío Estándar	18.07661069	Desvío Estándar	5.297633919
Varianza de la muestra	326.7638542	Varianza de la muestra	28.06492514
Curtosis	0.888595703	Curtosis	5.666910715
Asimetría/Sesgo	-1.295103096	Asimetría/Sesgo	-1.473534146
Rango	73.33333333	Rango	32.25
Mínimo	26.66666667	Mínimo	67.75
Máximo	100	Máximo	100
Suma	7595.833333	Suma	8353.291667
Cuenta	90	Cuenta	90

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 32, la estadística descriptiva del % de disponibilidad comparativa con los datos pre y post, la media del 2019 (84.39) frente a la media del 2020 (92.81) tuvo un incremento de 8.42, así mismo la desviación estándar oscila el 2019 (18.07) y la desviación estándar 2020 (5.29), la varianza tuvo un grado de variabilidad 2019 (326.76) y la del 2020 (28.06), la concentración de datos más cercanos a la media en la curtosis el 2019 (0.88) y 2020 (5.66) donde especifica que hay mayor concentración de datos apilados a la línea de tendencia central y por último para hallar el rango calculamos el valor máximo menos el valor mínimo donde el 2019 (73.3) versus el 2020 (32.25).



Dimensión: Confiabilidad (MTBF) pre datos (2019) y post datos (2020).

*Tabla 33 Estadística descriptiva de MTBF*

Estadísticas Descriptivas de MTBF 2019		Estadísticas Descriptivas de MTBF 2020	
Media	17.62361111	Media	21.36488889
Error Estándar	0.787337158	Error Estándar	0.404741429
Mediana	22	Mediana	22.145
Moda	24	Moda	24
Desvío Estándar	7.469336113	Desvío Estándar	3.839714334
Varianza de la muestra	55.79098198	Varianza de la muestra	14.74340617
Curtosis	-1.088148772	Curtosis	6.710308892
Asimetría/Sesgo	-0.779760173	Asimetría/Sesgo	-2.760223569
Rango	21.86666667	Rango	18.58
Mínimo	2.133333333	Mínimo	5.42
Máximo	24	Máximo	24
Suma	1586.125	Suma	1922.84
Cuenta	90	Cuenta	90

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 33, la estadística descriptiva de la confiabilidad (MTBF) comparativa con los datos pre y post, la media del 2019 (17.62) frente a la media del 2020 (21.36) tuvo un incremento de 3.74, así mismo la desviación estándar oscila el 2019 (7.46) y la desviación estándar 2020 (3.83), la varianza tuvo un grado de variabilidad 2019 (55.79) y la del 2020 (14.74), la concentración de datos más cercanos a la media en la curtosis el 2019 (-1.08) y 2020 (6.71) donde especifica que hay mayor concentración de datos apilados a la línea de tendencia central y por último para hallar el rango calculamos el valor máximo menos el valor mínimo donde el 2019 (21.86) versus el 2020 (18.58).

Dimensión: Mantenibilidad (MTTR) pre datos (2019) y post datos (2020).

*Tabla 34 Estadística descriptiva de MTTR*

Estadísticas Descriptivas de MTTR 2019		Estadísticas Descriptivas de MTTR 2020	
Media	2.265277778	Media	1.524
Error Estándar	0.24700808	Error Estándar	0.094910603
Mediana	1.975	Mediana	1.775
Moda	0	Moda	0
Desvío Estándar	2.3433244	Desvío Estándar	0.900401034
Varianza de la muestra	5.491169242	Varianza de la muestra	0.810722022
Curtosis	1.459179665	Curtosis	-0.130883421
Asimetría/Sesgo	1.288476401	Asimetría/Sesgo	-0.273231013
Rango	10.7	Rango	4.27
Mínimo	0	Mínimo	0
Máximo	10.7	Máximo	4.27
Suma	203.875	Suma	137.16
Cuenta	90	Cuenta	90

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 34, la estadística descriptiva de la mantenibilidad (MTTR) comparativa con los datos pre y post, la media del 2019 (2.26) frente a la media del 2020 (1.52) tuvo una disminución de 0.73 así mismo la desviación estándar oscila el 2019 (2.34) y la desviación estándar 2020 (0.90), la varianza tuvo un grado de variabilidad 2019 (5.49) y la del 2020 (0.81), la concentración de datos más cercanos a la media en la curtosis el 2019 (1.45) y 2020 (-0.13) donde especifica que hay mayor concentración de datos apilados a la línea de tendencia central y por último para hallar el rango calculamos el valor máximo menos el valor mínimo donde el 2019 (10.7) versus el 2020 (4.27).

Análisis estadístico inferencial

Variable dependiente: Disponibilidad

Contrastación de la hipótesis general

Siendo:

- $H_i$ : La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.
- $H_0$ : La aplicación del TPM no incrementa la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.

$$H_0: D_a > D_d$$

Para contrastar la hipótesis, tenemos que definir qué estadígrafo vamos a utilizar, por lo que primero verificamos la normalidad, como la serie tiene 90 datos, se procederá con Kolmogorov Smirnov.

*Tabla 35 Análisis de normalidad de la disponibilidad con Kolmogorov Smirnov*

<b>Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra</b>			
		DISPONIBILIDAD ANTES	DISPONIBILIDAD DESPUÉS
N		90	90
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	84,4294	92,8200
	Desv. Desviación	18,08562	5,29416
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,215	,138
	Positivo	,195	,088
	Negativo	-,215	-,138
Estadístico de prueba		,215	,138
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.  
b. Se calcula a partir de datos.  
c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede verificar en la tabla 35, el nivel de significancia en ambos casos (antes y después) es menor a 0.05, en este caso es no paramétrico y se usará el estadígrafo de Wilcoxon.

Tabla 36 Análisis de prueba no paramétrica

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
DISPONIBILIDAD ANTES	90	84,4294	18,08562	26,60	100,00
DISPONIBILIDAD DESPUÉS	90	92,8200	5,29416	67,80	100,00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 36, de análisis no paramétrico, la disponibilidad antes era de 84.4294 y después 92.8200 evidenciando una mejora de 8.39. Finalmente se verifica lo mencionado y se procede con la contrastación de la significancia del análisis.

Tabla 37 Análisis estadístico de prueba - Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	DISPONIBILIDAD DESPUÉS - DISPONIBILIDAD ANTES
Z	-3,458 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

Se verifica en la tabla 37, que la significancia es igual que 0.001, por consiguiente, al ser menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, señalando que la disponibilidad de antes es mayor que la disponibilidad después.

$$H_i: D_a < D_d$$

Dimensión: Confiabilidad

Contrastación de la hipótesis específica 1

Siendo:

- Hi: La aplicación del TPM incrementa la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.
- H0: La aplicación del TPM no incrementa la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.

$$H_0: MTBF_a > MTBF_d$$

Para contrastar la hipótesis, tenemos que definir qué estadígrafo vamos a utilizar, por lo que primero verificamos la normalidad, como la serie tiene 90 datos, se procederá con Kolmogorov Smirnov.

*Tabla 38 Análisis de normalidad de la confiabilidad con Kolmogorov Smirnov*

		CONFIABILIDAD ANTES	CONFIABILIDAD DESPUÉS
N		90	90
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	17,6278	21,3700
	Desv. Desviación	7,46513	3,83923
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,290	,382
	Positivo	,197	,247
	Negativo	-,290	-,382
Estadístico de prueba		,290	,382
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,000 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.  
b. Se calcula a partir de datos.  
c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede verificar en la tabla 38, el nivel de significancia en ambos casos (antes y después) es menor a 0.05, en este caso es no paramétrico y se usará el estadígrafo de Wilcoxon.

Tabla 39 Análisis de prueba no paramétrica

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
CONFIABILIDAD ANTES	90	17,6278	7,46513	2,10	24,00
CONFIABILIDAD DESPUÉS	90	21,3700	3,83923	5,40	24,00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 39, de análisis no paramétrico, la confiabilidad antes era de 17.6278 y después 21.3700 evidenciando una mejora de 3.7422.

Finalmente se verifica lo mencionado y se procede con la contrastación de la significancia del análisis.

Tabla 40 Análisis estadístico de prueba - Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	CONFIABILIDAD DESPUÉS - CONFIABILIDAD ANTES
Z	-3,024 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

Se verifica en la tabla 40, que la significancia es igual que 0.002, por consiguiente, al ser menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, señalando que la confiabilidad de antes es mayor que la confiabilidad después.

$$H_i: MTBF_a < MTBF_d$$



Dimensión: Mantenibilidad

Contrastación de la hipótesis específica 2

Siendo:

- $H_1$ : La aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.
- $H_0$ : La aplicación del TPM no disminuye la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.

$$H_0: MTTR_a < MTTR_d$$

Para contrastar la hipótesis, tenemos que definir qué estadígrafo vamos a utilizar, por lo que primero verificamos la normalidad, como la serie tiene 90 datos, se procederá con Kolmogorov Smirnov.

*Tabla 41 Análisis de normalidad de la mantenibilidad con Kolmogorov Smirnov*

		MANTENIBILIDAD ANTES	MANTENIBILIDAD DESPUÉS
N		90	90
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	2,2706	1,5289
	Desv. Desviación	2,34547	,90383
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,179	,129
	Positivo	,179	,110
	Negativo	-,167	-,129
Estadístico de prueba		,179	,129
Sig. asintótica(bilateral)		,000 <sup>c</sup>	,001 <sup>c</sup>

a. La distribución de prueba es normal.  
b. Se calcula a partir de datos.  
c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede verificar en la tabla 41, el nivel de significancia en ambos casos (antes y después) es menor a 0.05, en este caso es no paramétrico y se usará el estadígrafo de Wilcoxon.

Tabla 42 Análisis de prueba no paramétrica

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
MANTENIBILIDAD ANTES	90	2,2706	2,34547	,00	10,70
MANTENIBILIDAD DESPUÉS	90	1,5289	,90383	,00	4,30

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 42, de análisis no paramétrico, la mantenibilidad antes era de 2.2706 y después 1.5289 evidenciando una reducción de 0.7417.

Finalmente se verifica lo mencionado y se procede con la contrastación de la significancia del análisis.

Tabla 43 Análisis estadístico de prueba - Wilcoxon

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	MANTENIBILIDAD DESPUÉS - MANTENIBILIDAD ANTES
Z	-2,250 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,024

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Elaboración propia

Se verifica en la tabla 43, que la significancia es igual que 0.024, por consiguiente, al ser menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, señalando que la mantenibilidad de antes es menor que la mantenibilidad después.

$$H_i: MTTR_a > MTTR_d$$

## V. DISCUSIÓN

## Discusión 1

En la presente investigación se constató que la implementación del mantenimiento productivo total (TPM), enfocado en la mejora de la disponibilidad en la máquina atomizador ATM-90, fue factible el logro alcanzado mediante los objetivos trazados a través del cumplimiento de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad dentro de la empresa cerámica donde se realiza el presente estudio de investigación.

Los resultados de la disponibilidad comprueban que la hipótesis general de la investigación fue aceptada con un nivel de significancia de 0.001 en tal sentido, se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) manifiesta una mejora en la disponibilidad de 84.3% a 93% debido a que la media de la disponibilidad antes fue de 84.4294% y posterior a ello la disponibilidad fue de 92.82%. La mejora acotada anteriormente lo respalda los autores Pérez y Supo, mediante su artículo científico que lleva como título “Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque”, en la cual emplearon distintos indicadores para analizar e investigar sus variables como; tasa de fallos, confiabilidad y disponibilidad de los equipos en estudio, como también el costo de mantenimiento preventivo y correctivo. Como principales alcances encontrados en su informe se resalta el incremento de la disponibilidad de 67% a 95%.

Los resultados de la confiabilidad comprueban que la hipótesis específica uno (1) de la investigación fue aceptada con un nivel de significancia 0.002 en tal sentido se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM), manifiesta una mejora en la confiabilidad de 17.62 horas (73%) a 21.36 horas (89%) debido a que la media de la confiabilidad antes fue de 17.6278 horas y posterior a ello la confiabilidad fue de 21.37 horas. La mejora acotada anteriormente lo respalda los autores Pérez y Supo, mediante su artículo científico que lleva como título “Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque”, en la cual emplearon los distintos indicadores para analizar sus variables como; tasa de fallos, confiabilidad y disponibilidad de los equipos en estudio, como también el costo de mantenimiento preventivo y correctivo. Como principales alcances encontrados en su informe se resalta el incremento de la confiabilidad de 49% a 82%.

Los resultados de la mantenibilidad comprueban que la hipótesis específica dos (2) de la investigación fue aceptada con un nivel de significancia 0.024 en tal sentido se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM), manifiesta una reducción en la mantenibilidad de 2.27 horas (9.45%) a 1.52 horas (6.33) debido a que la media de la mantenibilidad antes fue de 2.2706 horas y posterior a ello la mantenibilidad fue de 1.5289 horas. La mejora acotada anteriormente lo respalda los autores Pérez y Supo, mediante su artículo científico que lleva como título “Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque”, en la cual emplearon los 5 pilares del mantenimiento productivo total y así mismo la implementación de la metodología 5”S” (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina) para analizar sus variables como; tasa de fallos, confiabilidad y disponibilidad de los equipos en estudio, como también el costo de mantenimiento preventivo y correctivo. Como principales alcances encontrados en su informe se resalta la reducción de la tasa de falla de la mantenibilidad de 79% a 20%.

#### Discusión 2

Los resultados de la confiabilidad comprueban que la hipótesis específica uno (1) de la investigación fue aceptada con un nivel de significancia 0.002 en tal sentido se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM), manifiesta una mejora en la confiabilidad de 17,62 horas (1057.20 minutos) a 21.36 horas (1281.6 minutos) debido a que la media de la confiabilidad antes fue de 17.6278 horas y posterior a ello la confiabilidad fue de 21.37 horas. La investigación presentada anteriormente lo respalda los autores Fonseca, Holanda, Cabral y Reyes, mediante su artículo científico que lleva como título “Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants”, en la cual emplearon la aplicación de cuatro etapas para alcanzar sus objetivos trazados de la siguiente manera: etapa 1 (diagnóstico), etapa 2 (plan maestro estratégico), etapa 3 (formación) y etapa 4 (seguimiento), dentro de la misma se detalla en el informe el incremento de la confiabilidad de 279.06 minutos a 322.9 minutos.

Los resultados de la mantenibilidad comprueban que la hipótesis específica dos (2) de la investigación fue aceptada con un nivel de significancia 0.024 en tal sentido se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM),

manifiesta una reducción en la mantenibilidad de 2.27 horas a 1.52 horas debido a que la media de la mantenibilidad antes fue de 2.2706 horas y posterior a ello la mantenibilidad fue de 1.5289 horas. La mejora acotada anteriormente lo respalda los autores Fonseca, Holanda, Cabral y Reyes, mediante su artículo científico que lleva como título “Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants en la cual emplearon la aplicación de cuatro etapas para alcanzar sus objetivos trazados de la siguiente manera: etapa 1 (diagnóstico), etapa 2 (plan maestro estratégico), etapa 3 (formación) y etapa 4 (seguimiento), dentro de la misma se detalla en el informe la disminución de la mantenibilidad de 5.66 horas a 1.99 horas.

#### Discusión 3

Los resultados de la disponibilidad comprueban que la hipótesis general de la investigación fue aceptada con un nivel de significancia de 0.001 en tal sentido, se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) manifiesta una mejora en la disponibilidad de 84.3% a 93% debido a que la media de la disponibilidad antes fue de 84.4294% y posterior a ello la disponibilidad fue de 92.82%. La mejora presentada anteriormente lo respalda el autor Chávez, mediante su tesis que lleva como título “Aplicación de herramientas del TPM para disminuir paradas de planta por mantenimiento en empresa de fabricación de emulsiones acuosas”, en la cual emplearon las siguientes metodologías, técnicas y procedimientos que aportaron en analizar su investigación en relación con las variables en estudio, como: aplicación de las 5”S” (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina), Lean Maintenance, Kaisen y RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad/Fiabilidad). Como principales alcances encontrados en su informe se resalta el incremento de la disponibilidad de 88.1% a 96.1%.

#### Discusión 4

Los resultados de la mantenibilidad comprueban que la hipótesis específica dos (2) de la investigación fue aceptada con un nivel de significancia 0.024 en tal sentido se puede afirmar que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM), manifiesta una reducción en la mantenibilidad de 2.27 horas (9.45%) a 1.52 horas (6.33%) debido a que la media de la mantenibilidad antes fue de 2.2706 horas y posterior a ello la mantenibilidad fue de 1.5289 horas. La mejora acotada



anteriormente lo respalda los autores Obeso y Yaya, mediante su tesis que lleva como título “Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado en la empresa INVERSIONES REGAL - Chimbote 2018”, la mantenibilidad se reducirá al aplicar mantenimientos estandarizados puesto que tanto operadores como personal de mantenimiento ya saben que actividades realizar y lo realizar rápidamente reduciendo el MTTR. Como principales alcances encontrados en su informe se resalta la reducción de la mantenibilidad a 3.8%.

## **VI. CONCLUSIONES**

En el presente informe de investigación de llego a las siguientes conclusiones:

#### Conclusión general

Se concluye que aplicando el mantenimiento productivo total (TPM), se incrementa la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la empresa de cerámica, Lurín, 2020. En la cual se obtuvo como resultado el incremento de la disponibilidad de 84.3% a 93%.

#### Conclusión especifica 1

Se concluye que aplicando el mantenimiento productivo total (TPM), se incrementa la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la empresa de cerámica, Lurín, 2020. En la cual se obtuvo como resultado el incremento de la confiabilidad de 17.62 horas a 21.36 horas. Esto quiere decir que cada 21.36 horas por alguna razón se va presentar alguna falla dentro de la máquina en estudio.

#### Conclusión especifica 2

Se concluye que aplicando el mantenimiento productivo total (TPM), se disminuye la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la empresa de cerámica, Lurín, 2020. En la cual se obtuvo como resultado la disminución de la mantenibilidad de 2,27 horas a 1.52 horas. Esto quiere decir que por cada falla que se presente en la máquina en estudio, se va demorar en promedio de 1.52 horas en volver a la producción.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la empresa de cerámica. Es necesario una formación, concientización y adiestramiento a los trabajadores del área en estudio, con el fin de disminuir las paradas imprevistas de la máquina, como indicador se sugiere incorporar un sistema informático donde se reporten las fallas o paradas de mantenimiento la mismas que deben perdurar en el tiempo para obtener un mayor control tecnológico del mismo.

Para poder incrementar la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la empresa de cerámica, se recomienda un plan de mantenimiento de inspecciones y/o monitoreo vibracional (semanal, quincenal, mensual y trimestral) con el fin de poder detectar a tiempo las fallas más frecuentes que puedan ocurrir en la máquina en estudio, todo ello para poder tener mapeadas las averías que puedan afectar directamente a nuestro indicador de MTBF.

Por otro lado, para poder disminuir la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en la empresa de cerámica, se recomienda tener proveedores homologados (por acuerdo de precios, usufructo o consignación), al no tener un repuesto en almacén afecta directamente a la mantenibilidad, otro punto muy importante es definir la rotación de los repuestos (A, B, C), según necesidad y criterio de los técnicos. Muchas veces no se encuentra en almacén repuestos críticos (alta rotación) y ello conlleva que no se pueda realizar el mantenimiento correctivo en un tiempo estimado prudente, sino que se tenga que expandirse, por más que la falla sea básica.

Finalmente, para la organización se recomienda ser consciente que hoy en día para poder mantenerse o ser parte del top ten de las empresas transnacionales, se debe concientizar y capacitar como parte de la formación a largo y corto plazo a los operarios, considerando que son la primera línea que estará enfrente del mantenimiento productivo total (TPM), siendo ellos los que conocen al 100% la maniobra de las máquinas, la misma metodología se puede aplicar para las otras áreas como parte de la mejora continua organizacional y de innovación.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



CARRILLO, Martha, ALVIS, Carmen, MENDOZA, Yaniris & COHEN, Harold. *Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia* [En línea]. Vol.11, (1) [Fecha de consulta: 21 de abril de 2020].

Disponible en

[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-LeanManufacturing-6786515%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-LeanManufacturing-6786515%20(2).pdf)

ISSN: 2145-1389

CASTILLO, Ángela, FERNÁNDEZ, Luis y ÁNGELES, Luis. *Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas* [En línea]. Abril– junio 2018, Vol.2, (4) [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].

Disponible en

[http://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Industrial/vol2num4/Revista\\_de\\_Ingenier%C3%ADa\\_Industrial\\_V2\\_N4\\_4.pdf](http://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol2num4/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_Industrial_V2_N4_4.pdf)

ISSN: 2523-0344

CUATRECASAS, Lluís y TORRELL, Francesca. *TPM en un entorno Lean Management*. España: Profi editorial, 2010.408 pp.

ISBN: 978-84-92956-12-8

DÍAZ, Armando, VILLAR, Leisis, CABRERA, Jesús, GIL, Antonio, MATA, Rafael y RODRÍGUEZ, Alberto. *Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica* [En línea]. Septiembre – diciembre 2016, Vol.19, (3) [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2020].

Disponible en

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59442016000300003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442016000300003)

ISSN: 1815-5944

CHAVEZ Leandro, César. *Aplicación de herramientas del TPM para disminuir paradas de planta por mantenimiento en empresa de fabricación de emulsiones acuosas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial*. Lima: Universidad de Ciencia Aplicada, 2020.260 pp. (justificación tesis nacional II)

Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651565>

DE ANDRÉS, Pablo, DE FUENTE, Gabriel y SAN MARTIN, Pablo. *Capital Budgeting practices in Spain* [En línea]. Octubre 2014, Vol18, (1) [Fecha de consulta: 19 de junio del 2020]

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2340943614000656>

DJATNAA, Taufik y MUHARRAM, Alitub (2015). *An application of association rule mining in total productive maintenance strategy: an analysis and modelling in wooden doorm manufacturing industry [En Línea]*. Diciembre 2015, Vol4, (1) [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020].

Disponible

en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915011658>

ESCOFET, Anna, FOLGUEIRAS, Pilar, LUNA, Ester y PALOU, Berta. Elaboration and validation of a questionnaire for the evaluation of service-learning projects [En línea]. Julio– septiembre 2016, Vol.21, (70) [Fecha de consulta: 09 de junio de 2020].

Disponible en

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662016000300929](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662016000300929)

ISSN: 1405-6666

ESTADÍSTICA para la investigación por Olga Zumarán [et al.]. Perú: Fondo editorial de la Universidad César Vallejo, 2017.271 pp.

ISBN: 978-612-4158-75-9

FONSECA, Junior, HOLANDA, Ubiratan, Cabral, Jandecy y REYES, Tirso. *Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants [En Línea]*. Diciembre 2015, Vol82, (1) [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020].

Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49643211018>

ISSN: 0012-7353

Gestión de Mantenimiento. [En línea]. Perú: Edward Asencios. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2020].

Disponible en

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Gestion%20de%20Mantenimiento%20SENA%20TI%202018.pdf>

GARCIA Fernández, María. *Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis S.A.C., 2018*. Tesis para

obtener el título de Ingeniero Industrial. Pimentel: Universidad de San Martín de Porres, 2018.180 pp.

Disponible en <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/3953>

GARCIA, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. España:

Díaz de Santos, 2003.320 pp.

ISBN: 978-84-7978-577-2

GASCA, Maira, CAMARGO, Luis y MEDINA, Byron. *Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial* [En línea]. Marzo – septiembre 2017, Vol.28, (4) [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].

Disponible en

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642017000400014](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000400014)

ISSN: 0718-0764

GÓMEZ, Jesús, VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, Guadalupe. The research protocol III. Study population [En línea]. Abril – junio 2016, Vol. 62, (2) [Fecha de consulta: 04 de junio de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

ISSN: 0002-5151

GÓMEZ, Olga y AMAYA, María. Instruments for choosing and evaluating scientific articles for research and evidence based practice [En línea]. Abril – diciembre 2013, Vol.13, (3) [Fecha de consulta: 09 de Junio de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/741/74130042009.pdf>

ISSN: 1657-5997

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación.5° ed. México: McGRAW-HILL, 2010.656 pp.

Disponible en

[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

ISBN: 978-607-15-0291-9

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6° ed. México: McGRAW-HILL, 2014.632 pp.

Disponible en

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ, Andrés, ESCOBAR, Carlos, LARIOS, Juan y NORIEGA, Salvador. *Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial* [En línea]. Octubre–diciembre 2015, Vol.60, (1) [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2020].

Disponible en

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-10422015000500082&lang=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422015000500082&lang=es)

ISSN: 0186-1042

KUSNIK, Anna, HURTADO, Amparo y ESPINAL, Anna. The use of the social type survey in traductology. Methodological characteristics [En línea]. Abril – Julio 2010, (2) [Fecha de consulta: 09 de junio de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2651/265119729015.pdf>

ISSN: 1889-4178

LEÓN, Lucy y VALDERRAMA, Santiago. *Técnicas e instrumentos para la obtención de datos en la investigación científica*. 2da. ed. Lima: San Marcos E.I.R.L, 2013. 169 pp.

ISBN: 9972386961

LI, Bing y Qiu, Si-jia. Reducing risks in engineering management for the collection of social security premiums through financial engineering and from ethical points [En línea]. Octubre – diciembre 2011, Vol. 2, (77) [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2020].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211381911000993>

ISSN: 2211-3819

LUÉVANO, Jesús y MARTÍNEZ, José. *la capacitación como herramienta efectiva para mejorar el desempeño de los empleados* [En línea]. Julio – setiembre 2016, Vol.16, (2) [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2020].

Disponible en <http://www.cyta.com.ar/ta1602/v16n2a3.htm>

ISSN: 1666-1680

LÓPEZ, Pedro. Population, sample and sampling [En línea]. Abril – junio 2004, Vol. 09, (8) [Fecha de consulta: 04 de junio de 2020].

Disponible en

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)

ISSN: 1815-0276

MALDONADO, Ana, YSIQUE, Sumner y SOTOMAYOR, Gioconda. *Sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para aumentar la productividad en una empresa* [En línea]. Julio - diciembre 2017, Vol.3, (2) [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2020].

Disponible en <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INGnosis/article/view/2051/1737>

ISSN: 2414-8199

MANTELERO, Alessandro. AI and Big Data: A blueprint for a human rights, social and ethical impact assessment. [En línea]. Abril – julio 2018, Vol. 34, (4) [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2020].

Disponible

en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0267364918302012>

ISSN: 0267-3649

MURAILLE, Eric. Ethical control of innovation in a globalized and liberal world: Is good science still science?. [En línea]. Diciembre– febrero 2020, Vol. 43, (4) [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2020].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160932719300146>

ISSN: 0160-9327

MWANZA, Bupe y MBOHWA, Charles. *Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company plants* [En Línea]. Diciembre 2015, Vol4, (1) [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915011798?via%3Dihub>

MONJARÁS, Ana, BAZÁN, Ana, PACHECO, Zaida, RIVERA, José, ZAMARRIPA, Juan y CUEVAS, Carlos. *Diseños de Investigación* [En línea]. Enero – febrero 2019, Vol.8, (15) [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020].

Disponible en

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/4908/6895>

ISSN: 2007-4573

OBESO, Alexandra y YAYA, Javier. *Implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad y mantenibilidad del proceso de harina de pescado en la empresa INVERSIONES REGAL - Chimbote 2018*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Chimbote: Universidad César Vallejo, 2018.232 pp.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27842?show=full>

PÉREZ, Julio y SUPO, Dante. *Gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque* [En línea].

Septiembre-diciembre 2018, Vol.5, (1) [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2020].

Disponible en <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/987>

ISSN: 2512-8179

PENABAD, Laksmi, IZNAGA, Arsenio, RODRÍGUEZ, Pedro y CAZAÑAS, Caridad. *Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte* [En línea]. Octubre– diciembre 2016, Vol.25, (4) [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].

Disponible en

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-0054201600040000](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-0054201600040000)

ISSN: 2071-0054

PARRA, Carlos y RODRÍGUEZ, Fernando. *La capacitación y su efecto en la calidad dentro de las organizaciones* [En línea]. Marzo – septiembre 2015, Vol.6, (2) [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].

Disponible en

[https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_duitama/article/download/4602/3821/0](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/download/4602/3821/0)

ISSN: 2027-8306

REKALDE, Itziar, VIZCARRA, María y MACAZAGA, Ana. *Observation as a research strategy for building learning context and encouraging participatory processes* [En línea]. Abril – Julio 2014, Vol.17, (1) [Fecha de consulta: 09 de Junio]



de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/706/70629509009.pdf>

ISSN: 1139-6130

SAUMYARANJAN, Sahooa y SUDHIR, Yadav (2020), *Influences of TPM and TQM practices on performance of engineering product and component manufacturers [En Línea]*. Diciembre 2020, Vol43, (1) [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2020].

Disponible

en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920306880>

SALAZAR, Zaida y PRADO, Jorge. Importance of planning for data collecting: Lessons from a research experience [En línea]. Abril – junio 2013, Vol. 3, (141) [Fecha de consulta: 09 de junio de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15329875003>

ISSN: 0482-5276

SOTO, Roger. La tesis de maestría y doctorado en 4 pasos. 2° ed. Lima: Diograf, 2015. 111 pp.

ISBN: 978-612-00-2104-0

TORO, Juan y CÉSPEDES, Pedro. *Metodología para medir confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en mantenimiento* [En línea] .2015 [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2020].

Disponible en

[https://imc-peru.com/articulos/Metodologia\\_para\\_medir\\_Confiabilidad.pdf](https://imc-peru.com/articulos/Metodologia_para_medir_Confiabilidad.pdf)

TPM Mantenimiento Productivo Total. [En línea]. Perú: Francis Paredes. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2020].

Disponible en <http://www.imc-Peru.com>

VILLANUEVA, Idalis, DI STEFANO, Marialuisa, GELLES, Laura, VICIOSO, Paul y BENSON, Sheree. A race re-imaged, intersectional approach to academic mentoring: Exploring the perspectives and responses of womxn in science and engineering research [En línea]. Junio – octubre 2019, Vol. 63, (15) [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2020].

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0361476X18303540>

ISSN: 0361-4760

ZAMBRANO, Egilde, PRIETO, Ana y CASTILLO, Ricardo. *Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas* [En línea]. Septiembre – diciembre 2015, Vol.17, (3) [Fecha de consulta: 05 de mayo de 2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/993/99342682008.pdf>

ISSN: 1317-0570

## **ANEXOS**

## **Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)**

Yo, Peter Michael Ortega Sánchez futuro egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 71819132, con el trabajo de investigación titulado: Aplicación del TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es de mi autoría.
- 2) Se ha formulado respetando las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. En conclusión, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener un grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, ninguno ha sido falseado, ni duplicados, tampoco copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación se constituirían en aportes de la realidad investigativa.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre de 2020



Peter Michael Ortega Sánchez

DNI N° 71819132

### **Declaratoria de autenticidad (autores)**

Yo, Ronal Orlando Castro Pérez futuro egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 44228633, con el trabajo de investigación titulado: Aplicación del TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es de mi autoría.
- 2) Se ha formulado respetando las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. En conclusión, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener un grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, ninguno ha sido falseado, ni duplicados, tampoco copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación se constituirían en aportes de la realidad investigativa.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima, diciembre de 2020



Ronal Orlando Castro Pérez

DNI N° 44228633

## **Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)**

### Anexo 3. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 44 Matriz de operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Mantenimiento productivo total (TPM)	El TPM, es una táctica conformada por una serie de ordenadas actividades que permiten mejorar la competitividad dentro de la organización industrial o de servicios. La invención de una cultura corporativa es el principio que distingue notablemente al TPM dirigida a incrementar la eficacia en el sistema de gestión y producción de los equipos industriales. (Castillo, Fernández y Ángeles ,2018).	El mantenimiento productivo total (TPM) aplicado a la máquina atomizador ATM-90 en la empresa cerámica, busca de manera directa el compromiso del trabajador con sus máquinas, para ello se va medir esta implantación con la dimensión de coeficiente de disponibilidad de la máquina y con las capacitaciones que reciban el personal del área respectiva.	Coefficiente de disponibilidad (D)	$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$	Razón
			Capacitación	Puntaje de capacitación evaluada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Bueno</li> <li>• Malo</li> </ul>	Intervalo
Disponibilidad	Es la propiedad que los equipos operen satisfactoriamente en el instante que sea requerido posterior del comienzo de su operación, cuando se utiliza bajo condiciones estables, donde el tiempo completo considerado incluye el tiempo de operación, tiempo inactivo, tiempo activo de reparación y tiempo de mantenimiento preventivo. (Toro y Céspedes ,2013).	Al implementar un TPM adecuado la disponibilidad aumentará al tener un mayor control del tiempo de funcionamiento respecto a las paradas de la máquina atomizador ATM-90, para ello se va medir la disponibilidad con la dimensión de la confiabilidad y la dimensión de la mantenibilidad en el equipo de estudio respectivo.	Confiabilidad (MTBF)	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Nº de averías}}$	Razón
			Mantenibilidad (MTTR)	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Nº de averías}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

Tabla 45 Check list de la máquina atomizador ATM-90

		Check list de la máquina atomizador ATM-90		
		TIPO: REGISTRO DE MANTENIMIENTO		
		PÁGINA: 1 de 1		
Fecha:	_____	Nombre de la máquina:	_____	
Producto:	_____	Nombre del operador:	_____	
Inspector:	_____	Modelo:	_____	
N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO	Observaciones
<b>ANTES DEL FUNCIONAMIENTO</b>				
1	La máquina se encuentra correctamente lubricado			
2	La máquina se encuentra con rastros de humedad			
3	La máquina presenta fuga de aceite			
4	El equipo presenta la temperatura adecuada (550°C)			
5	Todos los dispositivos de seguridad se encuentran operativos			
6	La máquina se encuentra libre de polvo acumulado			
7	La máquina y sus repuestos se encuentran en la posición correcta			
<b>DURANTE EL FUNCIONAMIENTO</b>				
8	La máquina presenta ruidos extraños			
9	El operador realiza el procedimiento adecuado para la puesta en marcha de la máquina			
10	La máquina se encuentra correctamente hermetizada			
11	La máquina presenta temperatura muy alta			
12	La materia prima procesada esta libre de residuos metálicos (contaminación).			
13	La máquina esta operando en condiciones normales			
14	Los dispositivos de seguridad estan operando en óptimas condiciones			
<b>DESPUÉS DEL FUNCIONAMIENTO</b>				
15	La máquina se encuentra limpia sin rastro de materia prima			
16	La máquina permanece sellada			
17	La máquina se encuentra sin fluido eléctrico			
18	Los dispositivos de seguridad se encuentran funcionando			
19	Despues de haber trabajado la máquina presenta fugas de aceite			
20	Las válvulas de bolas se encuentran selladas y en óptimas condiciones			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46 Cuestionario

cerámica		CUESTIONARIO	
		ÁREA: MANTENIMIENTO PÁGINA: 1 de 1	
N°	PREGUNTAS	RESPUESTAS	
1	¿Qué es el TPM?		
2	¿Cómo el TPM logra dar beneficios?		
3	¿Cuántos son los pasos del TPM y cuánto tiempo cuesta aplicarlo?		
4	¿Qué es mantenimiento preventivo?		
5	¿Qué es mantenimiento correctivo?		
6	¿Qué es mantenimiento predictivo?		
7	¿Cuánto es la temperatura de trabajo de la máquina atomizador ATM-90?		
8	¿Cuántos dispositivos de seguridad tiene la máquina atomizador ATM-90?		
9	¿Qué significa que una máquina sea confiable?		
10	¿Cuáles son los problemas y las fallas más frecuentes de la máquina atomizador ATM-90?		
<b>Nivel de capacitación</b>		<b>Calificación</b>	
Malo		01 -10	
Bueno		11 - 14	
Excelente		15 -20	

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 5. Matriz de Consistencia

Tabla 48 Matriz de consistencia

"Aplicación del TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA																						
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>1. ¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020?</p> <p>2. ¿De qué manera la aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Aplicar el TPM para incrementar la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>1. Aplicar el TPM para incrementar la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020.</p> <p>2. Aplicar el TPM para disminuir la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa de cerámica, Lurín, 2020.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>1. La aplicación del TPM incrementa la confiabilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.</p> <p>2. La aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de la máquina atomizador ATM-90 en una empresa cerámica, Lurín, 2020.</p>	<p>Para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, la operacionalizamos, determinando las variables e indicadores que a continuación se mencionan.</p> <p><b>Variable Independiente:</b> Mantenimiento productivo total (TPM)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable de estudio</th> <th>Dimensión</th> <th>Indicadores</th> <th>Escala de medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Mantenimiento productivo total (TPM)</td> <td>Coefficiente de disponibilidad (D)</td> <td><math>D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}</math></td> <td>Razón</td> </tr> <tr> <td>Capacitación</td> <td>Puntaje de capacitación evaluada                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Bueno</li> <li>• Malo</li> </ul> </td> <td>Intervalo</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Variable Dependiente:</b> Disponibilidad</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable de estudio</th> <th>Dimensión</th> <th>Indicadores</th> <th>Escala de medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Disponibilidad</td> <td>Confiabilidad (MTBF)</td> <td><math>MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Nº de averías}}</math></td> <td>Razón</td> </tr> <tr> <td>Mantenibilidad (MTTR)</td> <td><math>MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Nº de averías}}</math></td> <td>Razón</td> </tr> </tbody> </table>	Variable de estudio	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Mantenimiento productivo total (TPM)	Coefficiente de disponibilidad (D)	$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$	Razón	Capacitación	Puntaje de capacitación evaluada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Bueno</li> <li>• Malo</li> </ul>	Intervalo	Variable de estudio	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Disponibilidad	Confiabilidad (MTBF)	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Nº de averías}}$	Razón	Mantenibilidad (MTTR)	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Nº de averías}}$	Razón	<p><b>Tipo de Investigación</b> Aplicada</p> <p><b>Enfoque de Investigación</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b> Experimental, Pre experimental, diseño preprueba y posprueba con un solo grupo.</p> <p><b>Población</b> Esta constituida por los 90 datos de los meses julio, agosto y septiembre (2019 – 2020).</p> <p><b>Muestra:</b> No aplica.</p> <p><b>Técnicas</b> Observación directa, encuesta y observación experimental.</p> <p><b>Instrumentos</b> Check list, cuestionario y registro diario de campo.</p> <p><b>Métodos de análisis de datos</b> Análisis estadístico descriptivo: Media aritmética, mediana, moda, varianza y desviación estándar. Análisis estadístico inferencial: Prueba chi-cuadrado de Pearson.</p>
Variable de estudio	Dimensión	Indicadores	Escala de medición																							
Mantenimiento productivo total (TPM)	Coefficiente de disponibilidad (D)	$D = \frac{\text{Tiempo operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$	Razón																							
	Capacitación	Puntaje de capacitación evaluada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Bueno</li> <li>• Malo</li> </ul>	Intervalo																							
Variable de estudio	Dimensión	Indicadores	Escala de medición																							
Disponibilidad	Confiabilidad (MTBF)	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Nº de averías}}$	Razón																							
	Mantenibilidad (MTTR)	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Nº de averías}}$	Razón																							

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6. Certificado de Validez



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

N.º	VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>							
	<b>Dimensión 1: COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD</b>							
	$D = \frac{\text{Tiempo Operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$	x		x		x		
	<b>Dimensión 2: CAPACITACIÓN</b>							
	Puntaje de capacitación evaluada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Bueno</li> <li>• Malo</li> </ul>	x		x		x		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
	<b>Dimensión 1: CONFIABILIDAD</b>							
	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Nº de averías}}$	x		x		x		
	<b>Dimensión 2: MANTENIBILIDAD</b>							
	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Nº de averías}}$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x]      Aplicable después de corregir [ ]      No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Lino Rodríguez Alegre      DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ing. Pesquero Tecnólogo Mag. Administración

06 de junio del 2020

Firma del Experto Informante.

<sup>1</sup>Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE**

N°	VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>							
	<b>Dimensión 1: COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD</b>	X		X		X		
	$D = \frac{\text{Tiempo Operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$							
	<b>Dimensión 2: CAPACITACIÓN</b>							
	Puntaje de capacitación evaluada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Bueno</li> <li>• Malo</li> </ul>	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
	<b>Dimensión 1: CONFIABILIDAD</b>							
	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$	X		X		X		
	<b>Dimensión 2: MANTENIBILIDAD</b>							
	$MTRR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

 Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [ X ]**      **Aplicable después de corregir [ ]**      **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Molina Vilchez, Jaime Enrique .....      DNI: 06019540

Especialidad del validador: Ingeniero industrial CIP 100497.....

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 07 de junio de 2020



Firma del Experto Informante.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE**

N°	VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>							
	<b>Dimensión 1: COEFICIENTE DE DISPONIBILIDAD</b>							
	$D = \frac{\text{Tiempo Operativo (TO)}}{\text{Tiempo de carga (TC)}}$	X		X		X		
	<b>Dimensión 2: CAPACITACIÓN</b>							
	Puntaje de capacitación evaluada <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente</li> <li>• Bueno</li> <li>• Malo</li> </ul>	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
	<b>Dimensión 1: CONFIABILIDAD</b>							
	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N° de averías}}$	X		X		X		
	<b>Dimensión 2: MANTENIBILIDAD</b>							
	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{N° de averías}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_SI HAY\_

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [ X ]**            **Aplicable después de corregir [ ]**            **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr / Mg: Jorge Nelson Malpartida Gutiérrez      DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

- <sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

07 de junio del 2020



-----  
**Firma del Experto Informante.**



