

INGENIERÍA SIGLO XXI

REVISTA

N.º 4 | VOL. 4



FACULTAD DE
INGENIERÍA
INDUSTRIAL



INGENIERÍA
SIGLO XXI

REVISTA
Nº 4 | Vol. 4

Créditos

REVISTA ACADÉMICA
INGENIERÍA SIGLO XXI
CUARTA EDICIÓN
N.º 4, VOL. 4
2021

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

RECTORA

Dra. Jeri Gloria Ramón Ruffner de Vega

VICERRECTOR ACADÉMICO DE PRE GRADO

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

VICERRECTOR INVESTIGACIÓN Y POS GRADO

Dr. José Segundo Niño Montero

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Dr. Julio Alejandro Salas Bacalla

VICEDECANO INVETSIGACIÓN Y POS GRADO

Dr. Jorge Inche Mitma

VICEDECANO ACADÉMICO DE PREGRADO FII

Mg. Luis Rolando Ráez Guevara

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE POSGRADO FII

Dr. Jorge Luis Inche Mitma

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN FII

Mg. Daniel Humberto Mávila Hinojoza

DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL FII

Dr. Oscar Rafael Tinoco Gómez

DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE TEXTIL Y CONFECCIONES FII

Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzás

DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO FII

Mg. Jorge José Sponda Véliz

La revista Ingeniería Siglo XXI publica artículos resultado de los trabajos de investigación realizados por los alumnos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM (FII) o de cualquier otra facultad de ingeniería de cualquier universidad ya sea como investigación primaria o revisión bibliográfica, siempre y cuando cumplan con la guía de autor y superen el proceso de revisión.

En el caso de articulistas de los programas de maestría o doctorado, la presentación de artículos no aplica a los trámites de sustentación de tesis.

La revista se publica una vez al año, en el mes de diciembre en formato electrónico y opcionalmente en formato impreso, además depende funcionalmente del instituto de Investigación de la FII.

COMITÉ EDITORIAL

EDITOR GENERAL

Dr. Oscar Rafael Tinoco Gómez

MIEMBROS

Mg. Carlos Augusto Shigyo Ortiz
Mg. Fiorella Vanessa Guere Salazar
Ing. Ana María Medina Escudero

EDICIÓN, DIAGRAMACIÓN Y CORRECCIÓN DE ESTILO

Lic. Maria Stefanny Ibarra Castillo

Prólogo

La Cuarta Edición de la Revista "Ingeniería siglo XXI", editada y financiada por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, consolida la participación en investigación científica de los estudiantes de pre grado y posgrados relacionados a los campos de la Ingeniería Industrial, de la Ingeniería Textil y Confecciones y de la Ingeniería de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En esta edición de la Revista Ingeniería Siglo XXI se difunden los resultados de los trabajos de investigación realizados y presentados por nuestros estudiantes, quienes participaron y ganaron en eventos académicos como el Congreso Internacional de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Industrial - CIIDEI 2021 organizado por la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, así como en el V Congreso Internacional Textil e Industria de la Moda - CITEXIM 2021 organizado por la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones; ambos eventos internacionales desarrollados de manera virtual, adaptándose a la coyuntura actual.

También, se desarrollaron eventos académicos enfocados en Coloquios de Investigación, como el Coloquio de Estudiantes de Ingeniería Industrial, promovido por la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, así como el Coloquio de Investigación Textil, promovido por la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones.

El reto de esta Revista es continuar el impulso, la difusión y desarrollo de la investigación formativa en el campo de la ingeniería, contribuyendo con la publicación de trabajos científicos de calidad, que respondan a las necesidades de nuestro país.

La Cuarta Edición de la Revista Ingeniería Siglo XXI marca su consolidación como una revista digital innovadora que valora el esfuerzo investigativo de estudiantes de pre y posgrado.

Comité Editorial
Diciembre 2021

Tabla de contenidos

PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA PESQUERA MEDIANTE EL USO DE SIMULACIÓN MONTE CARLO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO **9**

Omar Cano Contreras

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DEL BIOGÁS COMO FUENTE ALTERNATIVA EN EL DISTRITO DE LAJAS, CHOTA, CAJAMARCA **19**

Eiden Coronel Uriarte ; Anthony Carlos De La Cruz & Jaen, Cordova Ayllon

MODELO DE GESTIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO DE VIGILANCIA **29**

Cueva Olano, Miguel Ange ; Huerta Guido, Marlon Luis & Simón Martinez, Estrella Violeta

NEXO ESCENA **39**

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE PROTOTIPO DE APLICATIVO MÓVIL QUE DIAGNOSTIQUE Y MONITOREE LA DIABETES TIPO II **47**

Carlos Rondan-Poma; Luis Vilcabana-Reyes & María Cerron-Rocha

UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA ACERCA DE LA MASCARILLA DESECHABLE COMO POSIBLE FUENTE DE MICRO PLÁSTICOS. **59**

Gyanfranco Amado Vargas; Victoria Fátima Damián López & Gino Salvatore Guerra Nizama

MODELO DE PROCESO PARA EL INCREMENTO DE LA VEGETACIÓN A PARTIR DE BIOFERTILIZANTES PRODUCIDOS POR RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LAS FAMILIAS EN EL CONJUNTO RESIDENCIAL "PARQUES DEL CALLAO" EN BELLAVISTA, CALLAO, PERÚ **71**

Ernesto Che Lucio ; Sergio Apaza Yanapa & Luis Loyola Lavado

Tabla de contenidos

ESTUDIO DE MEDICIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET FIJO POR PARTE DE LOS UNIVERSITARIOS DE LIMA, PERÚ **83**

Ernesto Che Lucio; Ernesto Che Lucio & Angue Abanto Cabanillas

APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL COMPACTA PARA LA MEJORA DE PRODUCCIÓN EN UNA PASTELERÍA **99**

Kendrick Palma Solorzano; Shirley Flores Rojas & Claudia Tacillo Portocarrero

MEMORIA ANUAL DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y CONFECCIONES **111**

OBTENCIÓN DE LA CÁSCARA DE NUEZ COMO MATERIA PRIMA PARA USOS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL **121**

Eva Colquehuanca Mamani; Javier Sayago Palpa ; Geraldine Rivera Peña & Nancy Barreda de Miranda

OBTENCIÓN DEL COLORANTE NATURAL DEL ENDOCARPIO DE LA NUEZ Y SU CAPACIDAD TINTÓREA EN EL TEÑIDO TEXTIL **131**

Fernando Chalco Diaz; Sheyla Coral Quicaño; Marithza Paucar & Yanina Tuñoque Litano

ESQUEMA DEL PROYECTO **143**

PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA PESQUERA MEDIANTE EL USO DE SIMULACIÓN MONTE CARLO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Sales forecasting in a fishing industry
company using Monte Carlo simulation
and statistical analysis

 Omar Cano Contreras
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 omar.cano@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

En esta investigación se propone el pronóstico de ventas en una empresa de la industria pesquera mediante el uso de la simulación Monte Carlo para generar escenarios aleatorios y el análisis estadístico para contrastar resultados. Se han propuesto muchas investigaciones sobre pronósticos de ventas bajo uso histórico de datos como el uso de serie de tiempos, sin embargo, para hacer pronósticos en ambientes tan volubles como el de la industria pesquera, es necesario establecer un modelo específico considerando no solo la estacionalidad, sino la evolución propia de los mercados. Por lo tanto, se construye un modelo que combina funcionalmente los datos mencionados anteriormente con tecnologías que permitan afinarlo de manera continua. En este artículo, se discute el modelo de pronóstico de ventas y el resultado de la verificación del modelo que utiliza datos reales de la empresa.

Palabras clave: Pronóstico de ventas, simulación Monte Carlo, análisis estadístico, series de tiempo, industria pesquera

This research proposes the forecast of sales in a company of the fishing industry by using the Monte Carlo simulation to generate random scenarios and the statistical analysis to contrast results. Much research has been proposed on forecasts of sales under historical use of data such as the use of time series, however, to make forecasts in environments as volatile as that of the fishing industry, it is necessary to establish a specific model taking into account not only seasonality but also market developments. Therefore, a model is constructed that combines functionally the data mentioned above with technologies that allow continuous fine-tuning. In this article, we discuss the sales forecast model and the outcome of the model verification using actual company data.

Keywords: Sales forecasting, machine learning, Monte Carlo simulation, statistical analysis, time series, fishing industry.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el informe Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2020, elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Perú se ubica entre los siete principales países productores de la pesca de captura, juntamente con China, Indonesia, la India, la Federación de Rusia, Estados Unidos y Vietnam, que representaron casi el 50% de la producción total en el 2018. En pleno año de impacto por el covid-19, el producto bruto interno (PBI) del Perú retrocedió 11.2% en el 2020, la tasa más baja en las últimas tres décadas. No obstante, uno de los pocos sectores que lograron resultados positivos fue el pesquero (2.08%). Solo en diciembre pasado, la producción pesquera en el país se incrementó en 108.54% debido a la captura de 1.2 millones de toneladas de anchoveta, según el monitoreo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

La demanda de alimentos en el mundo crece constantemente y por ello la producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura se incrementa de manera sostenida año a año. Así, en 1950 esta producción era de solo 20 millones de toneladas y en el 2018 llegó a los 180 millones de toneladas, de acuerdo con las precisiones de la FAO. De esta manera se evidencia una oportunidad importante para las empresas de la industria y estas deberán estar preparadas para responder al mercado de manera óptima, para ello es fundamental que estas cuenten con una gestión óptima a lo largo de toda su cadena de valor, es ahí donde el pronóstico de ventas toma relevancia clave pues es el punto de partida para gestionar las operaciones, los recursos humanos, la logística, el financiamiento y demás, por estas razones, se plantea la investigación en una empresa del sector, cuyo objetivo es mejorar la gestión comercial mediante la mejora de la precisión del pronóstico de ventas en los mercados que se atienden utilizando datos como las ventas potenciales con base en acuerdos con clientes y la distribución de probabilidades a nivel de cantidad de demanda y precios por producto.

Si bien existen diversos estudios en el campo de los pronósticos de venta utilizando series de tiempo u otras herramientas sobre la base de los datos históricos, un ambiente tan voluble como el del sector pesquero requiere un modelo personalizado y que se retroalimente constantemente. Por ello, en este trabajo, se describe el enfoque del método de predicción

basado en la simulación Monte Carlo y el análisis estadístico, además del ajuste correspondiente para lograr un mayor nivel de precisión.

2. MÉTODO

En esta investigación, se cuenta con datos de las potenciales ventas con base en acuerdos como resultado de la gestión comercial B2B que se realiza, además de datos históricos de los precios para cada producto y sus distribuciones de probabilidad histórica. El modelo propuesto hace uso de la simulación Monte Carlo y el análisis estadístico para proyectar y ajustar la precisión del pronóstico mediante el uso del software R Studio.

2.1. Simulación Monte Carlo

La Simulación Monte Carlo es un método estadístico utilizado para resolver problemas matemáticos complejos a través de la generación de variables aleatorias. El objetivo principal de la simulación Montecarlo es imitar el comportamiento de variables reales para, en lo posible, analizar o predecir cómo van a evolucionar.

2.2. Análisis Estadístico

El Análisis Estadístico es el procedimiento por el cual se realizan operaciones estadísticas, es especialmente importante en el contexto digital y de los negocios, ya que está asociado a las técnicas de business intelligence y de big data, las cuales contribuyen con procedimientos para recopilar y analizar los datos.

2.3. Pronóstico de Ventas

El pronóstico es el arte y ciencia de predecir acontecimientos futuros. El pronóstico de ventas futuras se utiliza con propósitos de planificación, en concreto, son el input de la planificación y programación de la producción. Pueden ser de tipo: cuantitativo (con uso de modelos matemáticos y técnicas de proyección), cualitativos (basado en la intuición, experiencia, estudios de mercado) o híbridos (combinación de ambos).

Un pronóstico de ventas exitoso requiere de un diseño de tratamiento preciso, por esa razón, se describe el diseño a seguir para generar el modelo óptimo:

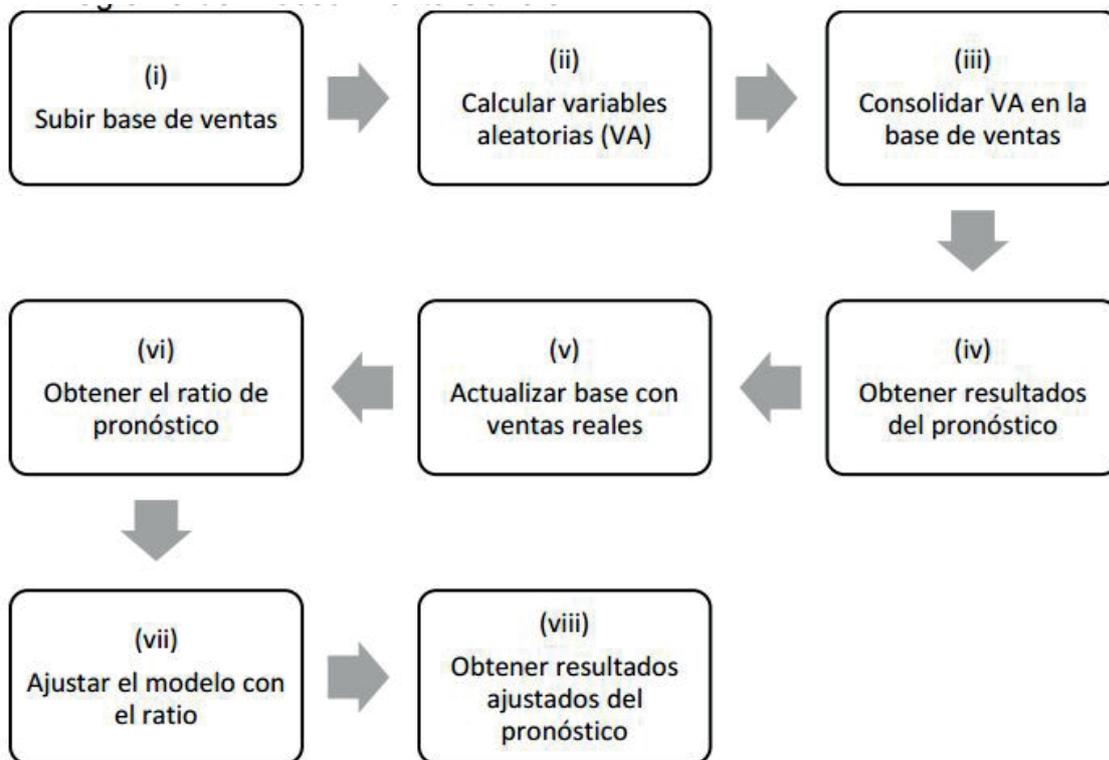
- a. Contar con la base de potenciales ventas para el periodo en cuestión. Los datos necesarios serán: el mercado que corresponde, el cliente, el producto, la cantidad estimada y la probabilidad de venta (alta, media o baja).
- b. Contar con la base de precios históricos de los productos. Se requiere el listado de productos, el promedio de sus precios y la desviación estándar de estos debido a que se trata de una empresa que maneja un gran volumen de productos por su característica de personalización para cada necesidad (aproximadamente de más de 3000 productos).
- c. Consolidar en una base de ventas total Se consolidan los datos de las potenciales ventas con los precios históricos de los productos en una única base para su posterior uso.
- d. Generar el modelo matemático de pronóstico de ventas Este modelo parte del concepto matemático de la venta, en el que se emplea la siguiente fórmula matemática:

$$V=Q_d*PV_u$$

Donde:
 V: Venta total
 Qd: Cantidad demandada
 PVu: Precio de venta unitario

En el que tanto la Qd como el PVu, para cada caso, serán calculados mediante la simulación Monte Carlo utilizando sus datos de entrada controlados y sus distribuciones de probabilidad.
- e. Generar la programación del modelo de pronóstico de ventas Se utiliza el software R Studio como herramienta para correr la programación generada. Los pasos son como se muestran en la Figura 1.

Figura 1. Diagrama de Procedimiento General.



Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza la siguiente programación para cada etapa:

i. Paso i:

Figura 2. (i) Subir base de ventas.

```
#Datos Proyección
DatosVtas<-read_excel("Ventas2021.xlsx")
```

Fuente: Elaboración propia.

ii. Paso ii:

Figura 3. (ii) Calcular variables aleatorias (VA).

```
#Variables Aleatorias Calculadas
Cant_cal <- ifelse(DatosVtas$Probabilidad=='Alta',
  round((runif(1,0.8,1)+0.05)*DatosVtas$Cantidad+0.5,0),
  ifelse(DatosVtas$Probabilidad=='Media',
    round(runif(1,0.45,0.55)*DatosVtas$Cantidad+0.5,0),
    round(runif(1,0.0,0.25)*DatosVtas$Cantidad+0.5,0)))
Precio_cal<-
qnorm(runif(1,0,1),DatosVtas$PrecioProm,DatosVtas$PrecioDesv)
VentaProy<-Cant_cal*Precio_cal
```

Fuente: Elaboración propia.

iii. Paso iii:

Figura 4. (iii) Consolidar VA en la base de ventas.

```
#Consolidación
Tabla_1<- cbind(Cant_cal,Precio_cal,VentaProy)
Tabla_1[,] <- round(Tabla_1[,],2)
Tabla_Total <- cbind(DatosVtas,Tabla_1)
```

Fuente: Elaboración propia.

iv. Paso iv:

Figura 5. (iv) Obtener resultados del pronóstico.

```
#Resultados Mensuales
Results_mes<-Tabla_Total%>%
  group_by(Mercado,Mes)%>%
  summarise('Proyeccion'=sum(VentaProy),'Real'=sum(VentaReal))
#Resultados Anuales
Results_anual<-Tabla_Total%>%
  group_by(Mercado)%>%
  summarise('Proyeccion'=sum(VentaProy),'Real'=sum(VentaReal))
```

Fuente: Elaboración propia.

v. Paso v: La actualización de las ventas reales se realiza en la base de datos directamente desde Excel.

vi. Paso vi: El ratio del pronóstico se define con la siguiente fórmula matemática:

$$\alpha_i = \frac{P_i - |P_i - \alpha_i|}{P_i} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i}{N} \quad (2)$$

Donde:

pi: Nivel de ventas actual en el mes "i".

ei: Nivel de ventas proyectado en el mes "i".

N: Periodo de proyección.

ai: Ratio del pronóstico en el mes "i".

Figura 6. (vi) Obtener el ratio de pronóstico.

```
#Error Mes 1 (ejemplificación de un mes)
Results_Mes1<-Tabla_Total%>%
  filter(Mes == 1)%>%
  group_by(Mercado)%>%
  summarise('V_Real'=sum(VentaReal),'V_Proj'=sum(VentaProy),
  'Ratio_Forecast'=(sum(VentaReal)-abs(sum(VentaReal) - sum(VentaProy))) /
  sum(VentaReal))
```

Fuente: Elaboración propia.

vii. Paso vii:

Figura 7. (vii) Ajustar el modelo con el ratio.

```
#Ajuste con el ratio (ejemplificación de un mes)
for (i in 1:length(Results_Mes2$V_Proj)) {
  Proy_Mes2_Nuevo[i] <- Results_Mes2$V_Proj[i] /
  Results_Mes1$Ratio_Forecast[i]
  Ratio_Forecast_Nuevo[i] <- Proy_Mes2_Nuevo[i] / Results_Mes2$V_Real[i]
}
```

Fuente: Elaboración propia.

viii. Paso viii:

Figura 8. (viii) Obtener resultados ajustados del pronóstico.

```
#Actualización del Pronóstico
Results_Mes2<-
cbind(Results_Mes2,Proy_Mes2_Nuevo,Ratio_Forecast_Nuevo)
```

Fuente: Elaboración propia.

3. RESULTADOS

Al realizar la corrida correspondiente al código programado, se obtienen los siguientes resultados:

i. Resultados del pronóstico de ventas por mercado y por mes.

Figura 9. Pronóstico de ventas por mercado y por mes.

Mercado	Mes	Proyección	Real
1. ANCHOVETA PERÚ	1	1043588.99	1044768.65
1. ANCHOVETA PERÚ	2	1600956.69	1652253.18
1. ANCHOVETA PERÚ	3	862273.62	888852.85
1. ANCHOVETA PERÚ	4	350669.05	331711.60
1. ANCHOVETA PERÚ	5	120244.93	0.00
1. ANCHOVETA PERÚ	6	59362.08	0.00
1. ANCHOVETA PERÚ	7	457507.11	0.00
1. ANCHOVETA PERÚ	8	866709.37	0.00
1. ANCHOVETA PERÚ	9	707494.03	0.00
1. ANCHOVETA PERÚ	10	338715.21	0.00
1. ANCHOVETA PERÚ	11	150069.32	0.00
1. ANCHOVETA PERÚ	12	59411.28	0.00
2. ANCHOVETA CHILE	1	142239.30	146110.78
2. ANCHOVETA CHILE	2	153226.32	151356.16
2. ANCHOVETA CHILE	3	48860.29	45600.06
2. ANCHOVETA CHILE	4	56076.40	50102.86
2. ANCHOVETA CHILE	5	443376.37	0.00

Fuente: Elaboración propia en R Studio.

ii. Resultados del pronóstico de ventas por mercado y por año Figura 10. Pronóstico de ventas por mercado, 2021.

Mercado	Proyección	Real
1. ANCHOVETA PERÚ	6617001.7	3917586.28
2. ANCHOVETA CHILE	1871791.5	393169.86
3. ACUICULTURA CHILE	4875549.9	2062796.32
4. JUREL/SARDINA CHILE	1299901.4	759277.91
5. ACUICULTURA EXPORTACIÓN	211462.6	95768.63
6. JUREL/SARDINA EXPORTACIÓN	1656174.0	569744.72
7. ATÚN EXPORTACIÓN	1378084.2	286058.22
8. OTROS	1292352.4	522746.84

Fuente: Elaboración propia en R Studio.

iii. Resultados del pronóstico de ventas por mercado para enero 2021

Tabla 1. Resultados de enero del modelo de pronóstico de ventas 2021.

Mes	Mercado	Venta Real	Venta Proyectada	Ratio Pronóstico	Ratio Pronóstico Promedio
Enero	1. Anchoqueta Perú	1,044,769	979,527	93.8%	90.8%
	2. Anchoqueta Chile	146,111	133,509	91.4%	
	3. Acuicultura Chile	343,909	317,825	92.4%	
	4. Jurel/Sardina Chile	87,760	81,272	92.6%	
	5. Acuicultura Exportación	1,531	1,261	82.4%	
	6. Jurel/Sardina Exportación	239,059	232,571	97.3%	
	7. Atún Exportación	29,310	25,993	88.7%	
	8. Otros	73,671	64,849	88.0%	

Fuente: Elaboración propia.

iv. Resultados del pronóstico de ventas por mercado para febrero 2021 incluyendo el ajuste.

Tabla 2. Resultados de febrero del modelo de pronóstico de ventas 2021.

Mes	Mercado	Venta Real	Venta Proyectada	Ratio Pronóstico	Ratio Pronóstico Promedio
Febrero	1. Anchoqueta Perú	1,652,253	1,495,262	90.5%	93.7%
	2. Anchoqueta Chile	151,356	142,582	94.2%	
	3. Acuicultura Chile	669,265	589,373	88.1%	
	4. Jurel/Sardina Chile	62,769	58,667	93.5%	
	5. Acuicultura Exportación	11,553	11,475	99.3%	
	6. Jurel/Sardina Exportación	140,734	136,645	97.1%	
	7. Atún Exportación	-	-	-	
	8. Otros	285,786	266,814	93.4%	

Fuente: Elaboración propia.

v. Resultados del pronóstico de ventas por mercado para marzo 2021 incluyendo el ajuste.

Tabla 3. Resultados de marzo del modelo de pronóstico de ventas 2021.

Mes	Mercado	Venta Real	Venta Proyectada	Ratio Pronóstico	Ratio Pronóstico Promedio
Marzo	1. Anchoqueta Perú	888,853	801,257	90.1%	94.6%
	2. Anchoqueta Chile	45,600	43,513	95.4%	
	3. Acuicultura Chile	775,297	790,517	98.0%	
	4. Jurel/Sardina Chile	380,310	362,866	95.4%	
	5. Acuicultura Exportación	40,562	42,918	94.2%	
	6. Jurel/Sardina Exportación	92,975	88,277	94.9%	
	7. Atún Exportación	-	-	-	
	8. Otros	73,473	68,968	93.9%	

Fuente: Elaboración propia.

vi. Resultados del pronóstico de ventas por mercado para abril 2021 incluyendo el ajuste.

Tabla 4. Resultados de abril del modelo de pronóstico de ventas 2021.

Mes	Mercado	Venta Real	Venta Proyectada	Ratio Pronóstico	Ratio Pronóstico Promedio
Marzo	1. Anchoqueta Perú	888,853	801,257	90.1%	94.6%
	2. Anchoqueta Chile	45,600	43,513	95.4%	
	3. Acuicultura Chile	775,297	790,517	98.0%	
	4. Jurel/Sardina Chile	380,310	362,866	95.4%	
	5. Acuicultura Exportación	40,562	42,918	94.2%	
	6. Jurel/Sardina Exportación	92,975	88,277	94.9%	
	7. Atún Exportación	-	-	-	
	8. Otros	73,473	68,968	93.9%	

Fuente: Elaboración propia.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de cuatro meses de contrastar y ajustar el modelo con base en los resultados reales de las ventas y en los evolutivos acuerdos comerciales, se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5. Resultados de enero a abril del modelo de pronóstico de ventas 2021.

Mes	Ratio Pronóstico Promedio
Enero	90.8%
Febrero	93.7%
Marzo	94.6%
Abril	95.4%

Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia una disminución considerable, mes a mes, del ratio de pronóstico de ventas, con un nivel precisión alcanzado del 95.4% en promedio para los mercados que se atienden, lo cual corrobora que el modelo de pronóstico de ventas propuesto contribuye significativamente en la gestión comercial de la empresa en estudio.

5. CONCLUSIONES

- Los resultados de la implementación del modelo de pronóstico de ventas fueron satisfactorios dado que se logró una precisión del 95.30% del ratio de pronóstico después de cuatro meses de implementación siendo este importante indicador para el éxito de la gestión comercial y la planificación de las demás áreas de la empresa, como logística, compras, recursos humanos, planeamiento y control de las máquinas, acabados, despachos y finanzas.
- El uso del software RStudio nos permite procesar una gran cantidad de datos a una alta velocidad y a costo cero, además de personalizar el análisis de acuerdo a cada necesidad. Su uso, en sincronía con Excel, permiten analizar de manera óptima los escenarios, las probabilidades, los ratios y todos los resultados, a su vez, facilita el análisis estadístico para la toma de decisiones

6. REFERENCIAS

ALFARO, E. (2020). Qué es la proyección de ventas. Foreplanner.com

BECDACH, C. ET AL. (2020). Rapidly forecasting demand and adapting commercial plans in a pandemic. <https://www.mckinsey.com.br/~media/McKinsey/Industries/>

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Roma, 9-73. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>

FAO. 2020e. Blue Growth. In: FAO [online]. [Cited 23 February 2020]. www.fao.org/fisheries/blue-growth/en/

HASANAH, Z. Y JIA, G. (2020). Comparing and Forecasting using Stochastic Mortality Models: A Monte Carlo Simulation.

KARB, T., KÜHL, N. Y HIRT R. (2020). A network-based transfer learning approach to improve sales forecasting of new products.

KAZEMZADEH, M., AMJADIAN, A. Y AMRAEE, T. (2020). A hybrid data mining driven algorithm for long term electric peak load and energy demand forecasting.

LI, R., ET AL. (2020). A novel hybrid forecasting scheme for electricity demand time series.

LITAN, A. (2019). Enterprise (permissioned) blockchain; hardly a revolution yet. En: Gartner Blog Network [online]. [Citado el 07 de Enero del 2020] <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2019/03/05/enterprise-permissionedblockchain-hardly-revolution-yet/>

LONDOÑO, R., BUSTAMANTE, L. (2020). Diseñar un aplicativo en Excel, para distribuir el impacto de las variables más representativas en la creación de empresas usando simulación de Montecarlo

LÓPEZ, J. (2017). Simulación de Montecarlo. Economipedia.com

12. Muhammad, A., Kùlahcı, F. y Akram, P. (2020). Modeling radon time series on the North Anatolian Fault Zone, Türkiye: Fourier transforms and Monte Carlo simulations.

13. Rodríguez, H. (2021). Análisis estadístico: ¿Qué es y por qué necesitas aprenderlo ya? Crehana.com
14. Singh S, Jaishi HP, Tiwari RP, Tiwari RC (2017). Time series analysis of soil radon data using multiple linear regression and artificial neural network in seismic precursory studies, 174(7), 2793-2802.
15. Takashi, T., Tomohiro, H. y Takeshi, S. (2018). Demand forecasting in restaurants using machine learning and statistical analysis.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL USO DEL BIOGÁS COMO FUENTE ALTERNATIVA EN EL DISTRITO DE LAJAS, CHOTA, CAJAMARCA

Feasibility study of the use of biogas
as an alternative source in the
district of Lajas, Chota, Cajamarca

 Eiden Coronel Uriarte
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 eiden.coronel@unmsm.edu.pe

 Anthony Carlos De La Cruz
 Universidad Nacional de Trujillo
 anthony.carlos@unmsm.edu.pe

 Jaen, Cordova Ayllon
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 jean.cordova2@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

El potencial energético de las excretas de ganado bovino y porcino han sido evaluados mediante un modelo de producción de energía eléctrica en el distrito de Lajas y obtener resultados de viabilidad para su futura implementación. Además, se detalla los indicadores necesarios para poder demostrar mediante pruebas de hipótesis su efectividad. Se presenta una metodología de investigación no experimental, con un diseño transversal para la obtención de datos en un lugar y tiempo determinado con una muestra mínima de 73 hogares bajo criterio probabilístico. Los resultados dan a conocer impactos positivos en la producción de energía eléctrica y derivados que conlleva a la mejora de calidad de vida de la población.

Palabras clave: Producción, biogás, bioabono, energía eléctrica, calidad de vida.

The energy potential of the excreta of cattle and pigs have been evaluated by means of an electric energy production model in the district of Lajas and obtain feasibility results for its future implementation. In addition, the necessary indicators are detailed to be able to demonstrate their effectiveness through hypothesis tests. A non-experimental research methodology is presented, with a cross-sectional design to obtain data in a given place and time with a minimum sample of 73 households under probabilistic criteria. The results reveal positive impacts on the production of electrical energy and derivatives that lead to an improvement in the quality of life of the population.

Keywords: Production, Biogas, Electric energy, Quality of life

7. INTRODUCCIÓN

La sobreexplotación del ambiente ha llegado a tal grado que hoy en día es una realidad que el planeta se encuentra comprometido gravemente; el consumo de combustibles fósiles, que son recursos no renovables, causa grandes costos económicos y medioambientales, debido a la generación y dispersión de residuales y emisión de gases de efecto invernadero. (Sánchez & Vizcón, 2017).

En tal sentido es imprescindible volver la vista hacia tecnologías amigables y comprometidas con el medio ambiente, lo que significa hacer uso de fuentes de energía renovables, que proporcionen energía a menor costo y asimismo un menor impacto ambiental. Siendo la crianza de ganado bovino y porcino una de las actividades antropogénicas que más contribuyen al calentamiento global, ya que, según la FAO, el sector ganadero sería responsable 35-40% de las emisiones globales de CH₄, del 9% de las emisiones de CO₂ y del 65% de las de N₂O (Steinfeld et al., 2006, como se citó en Barrena et al., 2019). Por consiguiente, el tratamiento de los desechos producidos por mencionada actividad, son una oportunidad para obtener un producto energético (biogás), el cual, está constituido principalmente por metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) (Helguero Gutiérrez et al., 2018); al usarlo como combustible, el metano se combustiona y cada molécula produce una sola molécula de CO₂, con lo que se reduce aproximadamente en 25 veces su poder de Gases de Efecto Invernadero (GEI). (Silva et al., 2013, como se citó en Barrena et al., 2019). El biogás puede ser empleado como combustible para generar energía eléctrica, en cocinas, iluminación, calefacción, etc. (Quipuzco et al., 2011).

En las alejadas zonas rurales del Perú se observa la existencia de ganadería extensiva, esta actividad produce desechos orgánicos que, al no ser tratados con responsabilidad, se convierten en un foco infeccioso y contaminante para los pobladores rurales y para el medio ambiente (Reyes Aguilera & Pérez Castellón, 2019).

El distrito de Lajas, en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca vive esta realidad día a día, por este motivo, como alternativa se propone procesar los desechos de los animales bovinos y porcinos en biodigestores comunitarios elaborados a partir de bidones de plástico. El biogás producido servirá para la obtención de energía eléctrica, asimismo se producirá bioabono como producto indirecto de la producción de biogás.

Para la presente investigación se ha realizado una revisión de antecedentes internacionales los cuales son: Un primer trabajo corresponde a Vera, Martínez, Estrada y Ortiz (2014) cuyo título de artículo de investigación: "Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino". Donde se tuvo como objetivo el reporte de potencial de energía eléctrica a través de biogás generado directamente de las excretas de ganado bovino y porcino en la región de Ciénaga en el Estado de Michoacán de Ocampo, México. Un segundo artículo importante de Venegas, Rajy Pinto (2019), se denomina: "Biogás, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas". El objetivo principal de este estudio fue identificar los municipios más relevantes con granjas porcícolas tecnificadas, para poder calcular el potencial de biogás, energía eléctrica y la reducción de dióxido de carbono equivalente utilizando los biodigestores, otro punto importante fue el de realizar una evaluación financiera para los tamaños de granja más representativos.

También se ha realizado una revisión de antecedentes nacionales, los cuales son: Un primer trabajo importante de Barrena, Cubas, Gosgot, Ordinola y Barrios (2019), se denomina: "Sistema de producción de biogás y bioabonos a partir del estiércol de bovino, Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas, Perú". Donde el objetivo principal fue determinar el rendimiento del biogás como combustible y cómo influye los bioabonos sobre el desarrollo de pasto para los bovinos en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas, Perú. Un segundo trabajo importante de Linares, Echeverría y Céspedes (2017), se denomina: "Potencial energético de la zona rural del departamento de La Libertad (Perú) producido por biogás obtenido de excretas humanas". El objetivo principal fue calcular el potencial energético de las excretas humanas de la zona rural del departamento de la Libertad, zona donde se encuentran 7 de los 20 distritos más pobres del Perú.

Teniendo en cuenta la problemática que atraviesa el distrito de Lajas, en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca, se plantea el problema general: ¿Se puede desarrollar un modelo de producción de energía eléctrica a partir del biogás producido por estiércol de ganado bovino y porcino en el distrito de Lajas, provincia de Chota, región de Cajamarca, Perú?

Y como problemas específicos, se tiene los siguientes: ¿Cuál es el impacto económico para las familias al utilizar energía eléctrica generada por biogás en el distrito de Lajas?, ¿cómo afecta el uso de bioabono, obtenido del biodigestor, en los cultivos realizados en el distrito de Lajas?; ¿cómo afecta el uso del biogás producido por los biodigestores en la reducción de gases de efecto invernadero en el distrito de Lajas? y ¿cómo influye en la calidad de vida de las personas el modelo de producción de energía eléctrica a partir del biogás en el distrito de Lajas?.

Para el presente artículo, el objetivo general es determinar si se puede desarrollar un modelo de producción de energía eléctrica y bioabono a partir del biogás producido por estiércol de ganado bovino y porcino en el distrito de Lajas, Chota, región de Cajamarca, Perú.

Como objetivos específicos, se tiene lo siguiente: Analizar el impacto económico para las familias al utilizar energía eléctrica generada por biogás en el distrito de Lajas; verificar el efecto del uso de bioabono, obtenido del biodigestor, en los cultivos realizados en el distrito de Lajas; determinar el efecto del uso del biogás obtenido de los biodigestores en la reducción de gases efecto invernadero en el distrito de Lajas y analizar la influencia en la calidad de vida de las personas el modelo de producción de energía eléctrica a partir del biogás en el distrito de Lajas.

Para los problemas tanto general como específicos se ha planteado lo siguiente, como hipótesis general se tiene: Se puede desarrollar la propuesta del modelo de producción de energía eléctrica y bioabono a partir del biogás producido por estiércol de ganado bovino y porcino en el distrito de Lajas, Chota, región de Cajamarca, Perú.

Como hipótesis específicas, se tiene lo siguiente: El impacto económico es positivo para las familias al utilizar energía eléctrica generada por biogás en el distrito de Lajas; el uso de bioabono, obtenido del biodigestor, mejora los cultivos realizados en el distrito de Lajas; el uso del biogás obtenido de los biodigestores reduce los gases de efecto invernadero en el distrito de Lajas y la influencia del modelo de producción de energía eléctrica a partir del biogás mejora la calidad de vida de las personas en el distrito de Lajas.

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la producción de energía eléctrica a partir de biogás, también como medio de

aprovechamiento del estiércol de ganado bovino y porcino que se tiene en el distrito de Lajas, como justificación teórica se tiene que se presentan teorías, conceptos e investigaciones de diferentes autores que tienen como tema común de investigación el modelo de producción de energía eléctrica a partir de biogás. Como justificación metodológica, se tiene que se utilizó la técnica de la encuesta que estuvo dirigida a los pobladores de la zona, la misma que estuvo estructurada por 22 preguntas, en la que recoge información para ser tratada estadísticamente, desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa. Como justificación práctico-social, se tiene que es de suma importancia, ya que, a través la obtención del biogás, los pobladores de la zona ya no tendrían que gastar en leña o balones de gas para cocinar sus alimentos; asimismo la energía eléctrica obtenida a partir del biogás aportará al desarrollo de la comunidad; además, disminuirá las enfermedades respiratorias causadas por la eliminación de partículas en la utilización de leña. Como justificación ambiental, se tiene que se beneficiará a la población con la descontaminación ambiental producida por la acumulación de los desechos del ganado bovino y porcino.

8. METODOLOGÍA

El tipo de investigación realizado es del tipo no experimental con un diseño transversal, el pilar de la investigación se basó en la recolección de datos a partir de informes, encuestas y revisión bibliográfica actual no mayor a los 5 años anteriores a la fecha. A partir de los datos proporcionados por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) se obtuvo el total de hogares del distrito de Lajas, provincia de Chota. En el último censo del 2017 nos data un total de 5275 hogares. Se seleccionó una muestra de 73 hogares como mínimo producto de la aplicación de la fórmula para el cálculo de tamaño de una muestra de variable aleatoria para una población finita bajo criterio probabilístico. El total de hogares que respondieron a nuestras encuestas fue de 92.

Las encuestas han proporcionado el total de ganado bovino y porcino por hogar sumando un total de 3137 cabezas de ganado bovino y 857 cabezas de ganado porcino que representa el principal indicador del trabajo de investigación. En esta primera parte del trabajo se calculó el total de biogás obtenido en un biodigestor de tipo comunitario utilizando cálculos ya establecidos en la revisión bibliográfica (Helguero Gutiérrez

et al., 2018). Se dividió la cantidad de biogás obtenido tanto por el ganado bovino como el de porcino para calcular la producción anual, ya que la cantidad de biogás generado por el ganado es el indicador más importante para la evaluación y comprobación de las hipótesis (Vera-Romero et al., 2014). La revisión bibliográfica tiene un papel relevante proporcionando cálculos y modelos ya realizados en diferentes partes del mundo, como la obtención del biogás y la generación de energía eléctrica a partir de este. Las encuestas respondidas incluían preguntas sobre la satisfacción actual que atraviesan al usar la energía eléctrica. Se reunieron datos para poder apoyar la viabilidad del modelo de producción para que apoye como una fuente de energía alternativa al distrito de Lajas. La medición de la encuesta fue de tres (03) niveles, en lo económico, ambiental y calidad de vida.

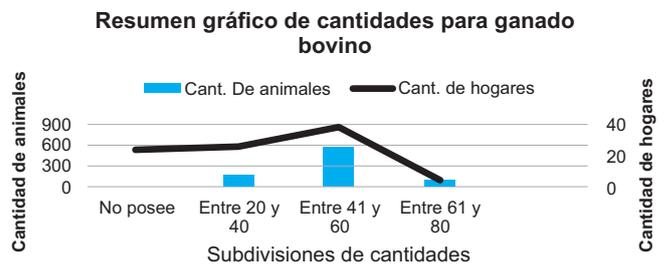
El cuestionario de nivel económico se basó en la recolección del gasto económico producido por el servicio eléctrico en el distrito de Lajas y también el consumo promedio en kWh mensual los últimos doce (12) meses. Los datos obtenidos aquí en adición a la cantidad de ganado bovino y porcino fueron necesarios para el desarrollo de la primera hipótesis específica.

El cuestionario de nivel ambiental se basó en la calidad del ambiente a causa de los desechos producidos por el ganado y por último se midió la calidad de vida de las personas con respecto al medio natural y energético en su situación actual. Para el análisis e interpretación de resultados, se utilizaron cálculos matemáticos como la obtención de gases de emisiones de efecto invernadero y herramientas estadísticas: Prueba de signo de Wilcoxon, Prueba de normalidad que nos permitan validar las hipótesis de un modelo de producción de energía eléctrica pueda ser viable en el distrito de Lajas mejorando significativamente la calidad de las personas en los aspectos económicos, ambiental, etc. Como apoyo de cálculos se utilizó los softwares MINITAB versión 19, Microsoft Office Excel 365.

9. RESULTADO

Los resultados de las encuestas obtenidas de los 92 hogares en el distrito de Lajas fueron la cantidad de ganado de bovino y porcino que se muestran en las siguientes figuras. Los rangos de cantidades representan el total de ganado que poseen por hogar, se subdividió en 5 categorías para tener una ponderación con la cantidad de excretas producidas.

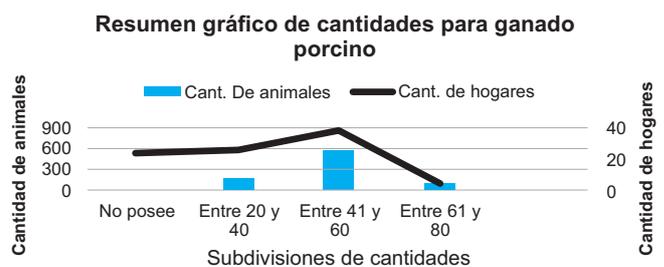
Figura 1 Cantidad de ganado bovino obtenido en la encuesta.



Fuente: Elaboración propia

Además del ganado bovino se tiene la data de cantidades numéricas para el ganado porcino que se muestra en la siguiente figura.

Figura 2 Cantidad de ganado porcino obtenido en la encuesta.



Fuente: Elaboración propia

A partir de las cantidades totales obtenidas se calcula la cantidad total de animales que asciende a 3137 para el ganado bovino y 857 para el ganado porcino. Utilizando la revisión bibliográfica se tiene las constantes que nos permitirán saber la cantidad de excretas que se obtiene por animal ya sea ganado bovino y/o porcino. Los siguientes datos que se muestran en la tabla 2 hace referencia a la data de artículos anteriores. La tabla 3 resume los datos mencionados en adición al cálculo de la cantidad de biogás obtenida por día.

Tabla 1 Datos iniciales y base para el cálculo de biogás producido.

	Rendimiento		
	Cantidad de excretas (kg)	Rendimiento de biogás (m ³ /kg excreto)	Producción de biogás (m ³ /animal, Día)
Bovino	9,25	0,04	0,37
Porcino	1,5	0,07	0,105

Fuente: Martínez C.C. Volumen de biodigestores (2007).

Tabla 2 Resumen de cálculos hechos usando la tabla 1.

Cantidad de ganado en el distrito de Lajas				
Bovino			3137	
Porcino			857	
Rendimiento				
	Cantidad de excretas (kg.)	Cantidad de excretas totales (kg.)	Rendimiento de biogás (m ³ /kg excreto)	Producción de biogás (m ³ /animal. Día)
Bovino	9,25	29017,25	0,04	1160,69
Porcino	1,5	1285,5	0,07	89,985

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la tabla 3 se usó para calcular la cantidad de biogás por año y la vez utilizando la revisión bibliográfica de la producción de energía eléctrica a partir de ganado bovino y porcino (Vera-Romero et al., 2014) se tiene el siguiente resultado obtenido en la tabla 4.

10. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente el presente trabajo de investigación mantiene y contrasta los resultados positivos obtenidos en estudios de producción de biogás a partir de excretas de ganado bovino y porcino, entre otros desechos. Por ejemplo, en la región de Ciénega en el Estado de Michoacán de Ocapampo, México, gracias a la generación de biogás se ha logrado reducir la cantidad excesiva de estiércol producido con el ganado; los resultados obtenidos en el presente trabajo también demuestran la reducción de estiércol de ganado bovino y porcino, ya que este será aprovechado en la producción de energía eléctrica a partir de biogás.

De acuerdo con los resultados el modelo de producción de energía eléctrica a partir de biogás producido por el estiércol de ganado bovino y porcino en el distrito de Lajas permitirá reducir en gran medida la cantidad anual de emisión de gases de efecto invernadero, estos resultados contrastan de manera positiva los estudios realizados por Venegas, Raj y Pinto (2019), en el estado de Chiapas en México, donde se reduce 29.167 toneladas de dióxido de carbono equivalente por año. Las cantidades de excretas obtenidas de los animales bovinos y porcinos del distrito de Lajas son suficientes para poder generar energía eléctrica y bioabono para los cultivos.

11. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

11.1. Prueba de la primera hipótesis específica

Se realizó la contratación de hipótesis para las tres (03) hipótesis específicas. Los datos más importantes para demostrar la primera hipótesis es la siguiente.

Tabla 5 Datos para realizar la prueba de signo de Wilcoxon.

Meses	Consumo promedio S/	Consumo con biogás S/
1	30,957	30,5152
2	13,79	13,3494
3	17,026	16,5854
4	13,406	12,9921
5	20,082	19,6664
6	30,412	29,986
7	15,481	15,0545
8	26,035	25,6002
9	14,909	14,4813
10	22,306	21,8726
11	42,791	42,3492
12	18,558	18,1057
13	18,847	18,3945
14	16,859	16,4069
15	16,889	16,4297

Fuente: Elaboración propia, datos promedios del costo por kWh en la región de Chota (ENSA).

Hipótesis nula (Ho). No existe diferencia entre el consumo promedio sin el uso de energía eléctrica proporcionada por el biogás con el consumo de energía eléctrica con biogás.

Hipótesis alternativa (Ha). Existe diferencia entre el consumo promedio sin el uso de energía eléctrica proporcionada por el biogás con el consumo promedio de energía eléctrica con biogás.

Se establece un nivel de significancia del 5% (0.05) y la zona de rechazo es para todo valor de probabilidad mayor que 0.05, se acepta Ho y se rechaza Ha.

11.2. Prueba de signo de Wilcoxon

De los datos obtenidos anteriormente, se aplica una prueba de hipótesis de signo de Wilcoxon tenemos lo siguiente, se tiene una distribución muestral para poblaciones idénticas:

El valor T de la prueba de Wilcoxon obtenido se compara con los valores críticos de la tabla T en pruebas de rangos señalados de pares iguales de Wilcoxon. T críticos para un nivel de significancia de 0.05 y para dos colas: es el total de meses que se realizó la prueba.

Tabla 6 Prueba de signo de Wilcoxon para la prueba de hipótesis.

Hipótesis nula		$H_0: \eta = 0$	
Hipótesis alterna		$H_1: \eta < 0$	
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Diferencia	15	120,00	1,000

Fuente: Software Minitab versión 19. Elaboración propia.

Como el valor $T = 120 > T_c (95)$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Interpretación. Existe diferencia entre el consumo promedio sin el uso de energía eléctrica proporcionada por el biogás con el consumo promedio de energía eléctrica con biogás con un nivel de confianza del 95% por lo tanto esto mejora si se toma a largo plazo.

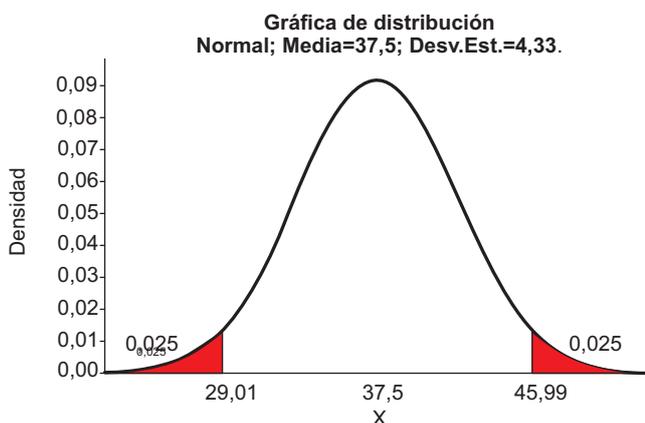
11.3. Prueba de la segunda hipótesis específica

Hipótesis nula (H_0). El uso de bioabono, obtenido del biodigestor, no mejora los cultivos realizados en el distrito de Lajas, Chota, región de Cajamarca, Perú.

Hipótesis alternativa (H_a). El uso de bioabono, obtenido del biodigestor, mejora los cultivos realizados en el distrito de Lajas, Chota, región de Cajamarca, Perú.

Se establece un nivel de significancia del 5% (0.05), la definición del estadístico es: Con un total de 92 personas encuestadas, se aplica la distribución normal Z.

Figura 5 Región crítica de la hipótesis específica.



Fuente: Software Minitab versión 19. Elaboración propia.

De las 92 familias encuestadas 9 creen que no habrá cambios significativos en sus cultivos utilizando fertilizantes químicos y bioabono. Entonces, $N = 92 - 9 = 83$.

Aplicando las fórmulas tenemos:

$$\text{Medula} = 0.5 (83) = 41.5$$

$$\text{Desviación estándar} = 0.25 (83) = 4.55$$

El número de signos positivos es 51 y se obtiene el siguiente valor estadístico:

$$Z = \frac{x - u}{\sigma} = \frac{51 - 41.5}{4.55} = 2.088$$

Como el valor de 2.088 se encuentra en la región de rechazo rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a lo que quiere decir que habrá una mejora significativa en la calidad de los cultivos de los agricultores del distrito de Lajas, provincia de Chota, región Cajamarca, Perú.

11.4. Prueba de la tercera hipótesis específica

Hipótesis nula (H_0). No existe diferencia positiva, por ende, el modelo de producción de energía eléctrica a partir de biogás no mejora la calidad de vida de las personas en el distrito de Lajas.

Hipótesis alternativa (H_a). Existe diferencia positiva, por ende, el modelo de producción de energía eléctrica a partir de biogás mejora significativamente la calidad de vida de las personas en el distrito de Lajas.

Se establece un nivel de significancia del 5% (0.05) y la zona de rechazo es para todo valor de probabilidad mayor que 0.05, se acepta H_0 y se rechaza H_a .

Tabla 7 Estadísticas descriptivas.

Muestra	N	Mediana
Diferencias	92	-4

Fuente: Software Minitab.

Tabla 8 Prueba de hipótesis para estadístico de Wilcoxon de muestra grande.

Hipótesis nula		$H_0: \eta = 0$	
Hipótesis alterna		$H_1: \eta < 0$	
Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Diferencias	88	455,00	0,000

Fuente: Software Minitab versión 19. Elaboración propia.

11.5. Cálculos previos

$$\bar{X}_T = \frac{N(N+1)}{4}$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{N \times (N+1) \times 2N+1}{24}}$$

$$\bar{X}_T = \frac{92 \times 93}{4} = 2139$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{92 \times 93 \times 185}{24}} = 256.81$$

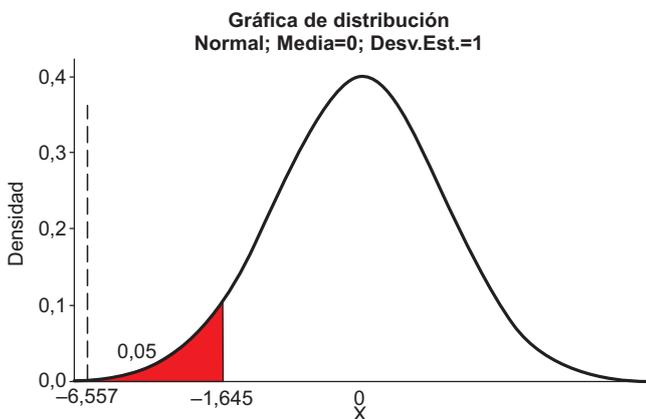
$$Z_t = \frac{455 - 2139}{256.81} = -6.557$$

Usando la tabla de distribución normal la probabilidad $P(X \leq Z) = 0.000$

Como el valor $p < 0.05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Fuente: Software Minitab versión 2019. Elaboración propia

Figura 6 Grafica de la región crítica de la hipótesis.



Fuente: Software Minitab versión 2019. Elaboración propia

Con un nivel de confianza del 95% existe diferencia positiva, por ende, el modelo de producción de energía eléctrica a partir de biogás mejora significativamente la calidad de vida de las personas en el distrito de Lajas.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha podido evidenciar que el estudio de producción de energía eléctrica y bioabono a partir del biogás producido por estiércol de ganado bovino y porcino en el distrito de Lajas, Chota, región de Cajamarca tiene un

impacto económico positivo en las familias del distrito, además que el bioabono obtenido de manera indirecta del biodigestor interviene satisfactoriamente en el mejoramiento de los cultivos de la zona, asimismo con la obtención del biogás se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero e interviene en la mejora de la calidad de vida de las familias en el distrito. En conclusión, sí es factible desarrollar la propuesta del modelo de producción de energía eléctrica y bioabono a partir de biogás producido por estiércol de ganado bovino y porcino en el distrito de Lajas, provincia de Chota, región de Cajamarca, ya que termina siendo de gran utilidad para la población.

Se recomienda sensibilizar a las poblaciones rurales referente a una buena utilización de las excretas del ganado bovino y porcino, y su utilización para la producción de biogás, con el fin de preservar el medio ambiente y mejorar la calidad de vida. Asimismo, se recomienda realizar un estudio microbiológico de patógenos al bioabono que se obtiene de manera indirecta del biodigestor y que sirve como un fertilizante de alta calidad para los cultivos en el distrito de Lajas; debido a que dichos cultivos son consumidos no solo por la población del distrito, sino que también se vende a mercados de diferentes ciudades aledañas. También se recomienda prestar mucho cuidado a cada una de las mejoras implementadas para que la producción de biogás siga siendo de buena calidad y a su vez su funcionamiento no se vea alterado.

13. AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de esta etapa difícil, por ser nuestra fortaleza en nuestros momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes. También queremos agradecer a nuestro profesor del curso de Ingeniería de Materiales, Mg. Jorge Enrique Ortiz Porras, quien con sus conocimientos y apoyo nos guiaron a través de cada una de las etapas del presente artículo de investigación para poder alcanzar los resultados que se buscaban. Por último, queremos agradecer a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por brindarnos todas las herramientas que fueron necesarias para llevar a cabo el proceso de investigación. Muchas gracias a todos.

14. REFERENCIAS

- BALBOA LAURA, M. H. (2017). OBTENCIÓN DE BIOABONO POR DIGESTIÓN ANAEROBIA DE CÁSCARAS DE NARANJA Y ESTIÉRCOL. *Revista Tecnológica*, 13(19), 17-18.
- BARRENA, M., CUBAS, F., GOSGOT, W., ORDINOLA, C., & RASCÓN, J. (2019). Sistema de producción de biogás y bioabonos a partir del estiércol de bovino, Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas, Perú. *ArnaldoA*, 26(2), 725-734. <https://doi.org/https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26214>
- CRISTIANO, G., & MIRANDA, M. (2019). Tratamiento de Residuos Orgánicos y Generación de Bioenergía para Disminuir Impacto Ambiental. *Revista de Ciencias Sociales de La Universidad Nacional de Nuevo León*, 21(49), 3-27.
- DÍAZ SALAZAR, S. A., & TORRES CORTES, H. Y. (2019). Análisis de viabilidad de la implementación de biodigestores como alternativa energética para familias del área rural. *Universidad Católica de Colombia*. <https://hdl.handle.net/10983/24238>
- HELGUERO GUTIÉRREZ, A., PEÑA BUSTILLO, L., & DÍAZ HERNANI, J. G. (2018). Obtención de biogás mediante la fermentación anaerobia de estiércol. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 2(2), 185-191.
- LINARES LUJAN, G. A., ECHEVERRIA PÉREZ, C., & CÉSPEDES AGUILAR, T. (2017). Potencial energético de la zona rural del Departamento de La Libertad (Perú) producido por biogás obtenido de excretas humanas. *Revista Tecnología En Marcha*, 30(4), 108. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3415>
- MARTÍNEZ LOZANO, M. (2015). Producción potencial de biogás empleando excretas de ganado porcino en el estado de Guanajuato. *Nova Scientia*, 7(15), 96. <https://doi.org/10.21640/ns.v7i15.273>
- OSEJOS-MERINO, M.A., JARAMILLO-VELIZ, J.J., MERINO-CONFORME, M. V., QUIMIZ-GOMEZ, A. J., & ALCÍVAR-COBEÑA, J. L. (2018). Producción de biogás con estiércol de cerdo a partir de un biodigestor en la Granja EMAVIMA Jipijapa - Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 4(1), 709-733. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v4i1.788>
- PARRA HUERTAS, R. A. (2015). Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria. *Producción + Limpia*, 10(2), 142-159.
- QUIPUZCO, L., BALDEÓN, W., & TANG, O. (2011). Evaluación de la calidad de biogás y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en biodigestores tubulares de PVC. *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica Y Geográfica UNMSM*, 14(27), 125-134. <https://doi.org/https://doi.org/10.15381/iigeo.v14i27.690>
- REYES AGUILERA, E. A., & PÉREZ CASTELLÓN, E. (2019). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de las excretas de ganado, caballo, cerdo y gallinaza para la generación de biogás. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 8(31), 97-108. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i31.8474>
- RIVAS SOLANO, O., FAITH VARGAS, M., & GUILLEÉN WATSON, R. (2010). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. *Tecnología En Marcha*, 23(1), 39-46.
- SÁNCHEZ, F., & VIZCÓN, R. (2017). La Codigestión de Residuos Orgánicos: una contribución energética, ambiental y de salud humana. *Revista de Ingeniería Energética*, 38(3), 213-223. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012017000300008&lng=es&tlng=es
- STRONGUILÓ LETURIA, M. L., & CHACÓN FEBRES, L. M. (2015). Caracterización de biomasa residual de la región Arequipa para la producción de biocombustibles. *Enfoque UTE*, 6(4), 42-54. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n4.77>
- VEANA, F., GONZÁLEZ-PURATA, P. Y., WONG-PAZ, J. E., AGUILAR-ZÁRATE, P., & MUÑIZ-MÁRQUEZ, D. B. (2019). Tendencias de la bioenergía: del metagenoma de hábitats ricos en azufre a la purificación del biogás. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 22(0), 1-11. <https://doi.org/DOI: 10.22201/fesz.23958723e.2019.0.190>

VENEGAS VENEGAS, J. A., RAJ ARYAL, D., & PINTO RUÍZ, R. (2019). Biogás, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas. *Análisis Económico*, 34(85), 169-187. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2019v34n85/venegas>

VERA-ROMERO, I., MARTÍNEZ-REYES, J., ESTRADA-JARAMILLO, M., & ORTÍZ-SORIANO, A. (2014). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 15(3), 429-436. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(14\)70352-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1405-7743(14)70352-X)

VERONEZE, M. L., SCHWANTES, D., CELSO, G. J. A., RICHART, A., MANFRIN, J., DA PAZ SCHILLER, A., & BANA SCHUBA, T. (2019). Production of biogas and biofertilizer using anaerobic reactors with swine manure and glycerin doses. *Journal of Cleaner Production*, 213(0), 176-184. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.181>

MODELO DE GESTIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO DE VIGILANCIA

MANAGEMENT MODEL TO
IMPLEMENT THE 5S TOOL TO
IMPROVE LABOR PRODUCTIVITY
IN THE CONSTRUCTION OF A
SURVEILLANCE CENTER

 Cueva Olano, Miguel Ange
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 miguel.cueva2@unmsm.edu.pe

 Huerta Guido, Marlon Luis
 Universidad Nacional de Trujillo
 marlon.huerta@unmsm.edu.pe

 Simón Martínez, Estrella Violeta
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 estrella.simon@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

En el presente trabajo de investigación tiene como objetivo demostrar la relación que existe entre la metodología 5S y la productividad laboral en la construcción de un centro de vigilancia en el distrito de Villa El Salvador el cual está siendo llevado al cabo por una pequeña empresa llamada 'SIMÓN CONSTRUCTORA'. Para el estudio se seleccionan a 21 trabajadores, los cuales iniciarán y terminarán la ejecución del proyecto, se les evaluó con encuestas antes y después de la aplicación de la metodología 5S para identificar algún cambio en los niveles de logros de cada variable. Al finalizar el estudio, los resultados demostraron un aumento de la productividad laboral al aplicar la metodología 5S.

Palabras clave: 5S, productividad, efectividad, eficiencia, eficacia.

The objective of this research work is to demonstrate the relationship that exists between the 5S methodology and labor productivity in the construction of a surveillance center in the district of Villa El Salvador, which is being carried out by a small company called 'SIMÓN CONSTRUCTORA'. For the study, 21 workers are selected, who will start and finish the execution of the project, they were evaluated with surveys before and after the application of the 5S methodology to identify any change in the levels of achievement of each variable. At the end of the study, the results demonstrated an increase in labor productivity when applying the 5S methodology.

Keywords: 5S, productivity, effectiveness, efficiency, effectiveness.

15. INTRODUCCIÓN

El sector construcción es una de las principales actividades económicas que aportan uno de los mayores ingresos a los países, debido a que movilizan gran cantidad de insumos (Ortega, 2016). El sector de la construcción requiere de una variedad considerable de tareas con diferentes características y situaciones concretas de riesgo (Martínez Guirao, 2016). De tal manera, constantemente, se está en riesgos laborales. Por ello, es importante que las empresas implementen acciones que salvaguarden la salud y la estabilidad de sus trabajadores.

Las pequeñas empresas del sector construcción trabajan con los recursos limitados que disponen para elaborar sus proyectos de la mejor manera; sin embargo, la falta de conocimiento de metodologías de trabajos y productividad conllevan a que el tiempo de los proyectos o costos de estos tiendan a elevarse. En el distrito de Villa el Salvador la empresa SIMÓN CONSTRUCTORA EIRL está realizando la ejecución de un proyecto el cual consiste en la construcción de un centro de vigilancia. Frente a ello, se ha observado que durante el horario laboral los operarios descuidan sus áreas de trabajo.

En esta obra se observó que, al finalizar las actividades diarias, todos los integrantes se enfocan en ordenar el lugar para el cual se invierte considerable tiempo. Sin embargo, este podría llegar a ser óptimo si se implementara algún procedimiento de realización. Así, el tiempo que se ahorre en la limpieza del lugar podría invertirse en la realización de la obra como tal; es decir, seguiría el cronograma de trabajo si se tuviera un plan de limpieza o una filosofía Lean para realizar dichas acciones.

15.1. Lean Construction y su relación con las 5s

En estos días, la innovación y el continuo mejoramiento de nuevas metodologías son necesarias para responder las necesidades del cliente (Jiménez et al., 2019). Se le conoce como Lean Costrucción a los principios y herramientas del sistema lean aplicados a un proyecto de construcción. Según Pérez Gómez Martínez et al. (2019), todo proceso de edificación debe conseguir una alta productividad por medio de la eficiencia y efectividad. En estados Unidos se ha notado altos niveles de rendimiento en cuanto a reducción de costos. Además, se ha evidenciado incremento de la productividad, mejor gestión de riesgos y mayor grado de satisfacción de los clientes (Díaz, 2017).

Singh et al. (2018) considera, que adoptar estrategias lean en la construcción trae múltiples beneficios como la reducción del tiempo de trabajo, reducción de los desperdicios, mejoras continuas, reducción de costos de operación, mejora de productividad, espacio utilizado, controles de inventario, aumenta la calidad, mejora la comunicación y mejora el servicio al cliente, entre otras. Moskvicheva et al. (2020) considera que al adoptar una estrategia lean atrae algunas dificultades como cambios organizativos importantes los cuales el personal se ve forzado a realizarlos, el entrenamiento o capacitación del personal, falta de apoyo del Estado, periodos largos de implementación. Por otro lado, para la efectividad de estas estrategias será necesario el cumplimiento de objetivos teniendo en cuenta el tiempo y la forma (Romero, 2019).

La herramienta 5S se refiere al mantenimiento integral de todo el ambiente laboral en una empresa (Díaz, 2017). Según Karthiky Silksonjohn (2019) es un método usado comúnmente en la industria manufacturera para alcanzar eficiencia, efectividad y un puesto de trabajo limpio y organizado que incluye 5 palabras japonesas las cuales son seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke. Según Gupta & Chandna (2019) es una técnica muy apreciada para cualquier organización porque facilita la motivación de los empleados, la seguridad de los empleados y buena calidad de servicio para los clientes.). La aplicación de las 5S son los pilares de la aplicación del Just In Time (Huánuco & Rosales López, 2018) y 5S contribuye a limpiar y organizar más, haciendo que la localización de materiales y equipos sea más fácil (Ribeiro et al., 2019).

15.2. Antecedentes

Pérez, G.; Héctor, Y. & López, Areli, en el 2019, buscaron implementar los conceptos de Lean Construction a la gestión administrativa del proceso constructivo de una vivienda productiva, realizando un artículo titulado "Mejora en la Construcción por medio de lean construction y building information modeling", analizaron el proyecto llevado a cabo en Torreón, Coahuila, México. Con las nuevas herramientas, se buscaba evaluar los beneficios de tiempo y dinero en la realización del proyecto.

En el año 2019, Hiwale, A.; Wagh, A; Waghmare, V.; y otros, indagaron sobre la efectividad de la implementación de 5S en Lean Construcción. Presentan un artículo en el que se ejecuta el enfoque 5S en una escala pequeña de la

Construcción, logrando demostrar cambios en el bienestar, la rentabilidad, la eficacia y la limpieza interna.

Minnullina, Ay Solopava, N. (2020), investigadoras rusas, publicaron el artículo que lleva por nombre "Optimization of activities of road construction company based on lean manufacturing tools", en el cual, se busca rediseñar el sistema de trabajo en la construcción de carreteras, pero con base en las herramientas del sistema Lean Manufacturing, entre ellas utiliza la herramienta 5S para la organización del espacio de trabajo.

15.3. Justificación del problema

A nivel teórico este estudio permitirá conocer si es factible el uso de la metodología 5S para incrementar la productividad de los trabajadores en las pequeñas empresas de construcción que comienzan a operar en las distintas zonas de Lima o todo el país. A nivel práctico, al llevar a cabo este proyecto tendrá como resultado el cumplimiento de las actividades a realizar de la obra en ejecución. Asimismo, la reducción de costos al clasificar los materiales que se pueden reutilizar en la obra o, en todo caso, venderlos para así poder recuperar parte de sus costos. Además, con la metodología 5S se mantendrán los almacenes más ordenados y se reducirá el tiempo para encontrar las herramientas o equipos que necesitan para trabajar. A nivel metodológico, el empleo de nuevas metodologías como las 5S permite innovar la forma de trabajo en las distintas áreas de la organización.

15.4. Objetivos de la investigación

El objetivo general es demostrar la relación de la metodología 5S con la productividad de los trabajadores en el centro de vigilancia en Villa El Salvador y los objetivos específicos son analizar la relación de la clasificación de recursos con la eficiencia de los trabajadores, mostrar la relación del orden con la eficacia de los trabajadores y examinar la relación de la disciplina de la metodología de las 5S con la efectividad.

16. MÉTODO

Se plantea una investigación de tipo experimental de campo con evaluación pre-test y post-test para evaluar la relación que existe entre la variable independiente que viene a ser la metodología 5S y la variable dependiente, la cual es la productividad que presentan los trabajadores en la construcción del centro de

vigilancia en Villa El Salvador. Siguiendo esta línea, se manipulará la variable independiente para observar los efectos causantes en la variable dependiente mediante un experimento de campo ambientado en el proyecto que se está realizando en Villa El Salvador. El diseño de investigación es de tipo cualitativo, ya que se realizará la recolección de datos mediante encuestas o entrevistas hacia los ingenieros y obreros del proyecto en desarrollo.

Se estudiará a la empresa SIMÓN CONSTRUCTORA en la construcción del centro de vigilancia. Específicamente, serán estudiados los trabajadores que realicen este proyecto en el distrito de Villa El Salvador. Este estudio incluirá al personal, el cual consta de peones, oficiales, operarios, un capataz, un encargado de obra y un encargado de seguridad, debido a que se trata de un pequeño proyecto de construcción no sobrepasan las 30 personas.

La muestra a estudio se seleccionó a partir del reconocimiento del proyecto y sus elementos. Se decidió escoger a los trabajadores permanentes que laborarán hasta el final de la obra, puesto que en la obra muchas veces en el transcurso del proyecto de construcción hay cambios en el personal, ya sea por un aumento de demanda de labores o porque no hay terreno libre de trabajo liberado.

La técnica de recolección de datos será mediante cuestionarios elaborados en base a la escala de Likert para medir los indicadores de las variables. Se realizará pruebas pre y post test a un grupo de trabajadores seleccionados para completar estos cuestionarios. También se obtendrán datos mediante la observación del entorno.

Para la aplicación de la metodología 5S de la en la construcción del centro de vigilancia se realizaron actividades específicas por cada etapa de la metodología.

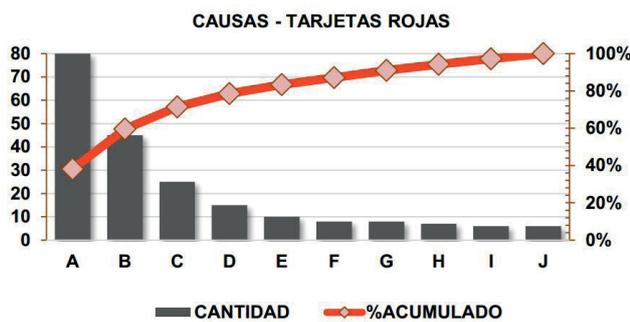
La primera etapa de Clasificación (Seiri) se hizo un reconocimiento de la obra en donde se pudo reconocer los diferentes materiales de construcción y las máquinas con las que se contaba en la obra, por otro lado, también se identificaron los puntos problemáticos a través de "tarjetas rojas", las cuales sirvieron como etiquetas distintitas. Se encontraron diversos escenarios: pertenencias del personal ocupando espacio para otros materiales, restos de plástico sin uso que se podrían reciclar para cubrir otros materiales de la obra, restos de madera innecesarios en la producción que debían ser eliminados, como otros. A continuación, se muestra un resumen de lo encontrado.

Tabla 1: Causas de las tarjetas rojas

COD	CAUSAS	CANTIDAD
A	Madera (retazos)	80
B	plástico (retazos)	45
C	Alambre (retazos)	25
D	Cilindros	15
E	Amés	10
F	Señalización	8
G	Cinta de seguridad	8
H	Botellas de plástico	7
I	EPP's (bolsas de trabajadores)	6
J	Otros	6

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 1: Diagrama de Pareto - Tarjetas



Fuente: Elaboración propia - Datos obtenidos

Para la etapa de orden (Seiton) se procede a identificar las zonas en donde serán ubicados para así tener una idea de dónde está la herramienta o el material que estamos buscando, de esta manera reduciremos los tiempos de búsqueda al tener las áreas establecidas para cada elemento. Teniendo en cuenta la naturaleza del elemento (herramientas, materiales, etc) se procede a colocarlas en áreas separadas. Lo que se busca es saber si el elemento es indispensable para tenerlo a la mano o, por el contrario, reconocer la mejor ubicación. Y al momento de asignarle un lugar, este será único.

La etapa de limpieza (Seison) todos los trabajadores deben ser partícipes y se les elaborará un cronograma de limpieza de su zona de trabajo y las áreas comunes. Se le compromete al trabajador a limpiar, además, se le hace responsable de una cierta área de esta forma el trabajador mantendrá su área destinada de manera limpia.

En la etapa de estandarización (Seiketsu) se busca normalizar los cambios y mejoras que se han implementado en los pasos anteriores, para lo cual se realizaron carteles y afiches informativos. De no realizarse esta etapa la organización puede regresar al caos inicial, habiendo invertido tiempo en vano. En este ítem se mejora la comunicación entre los trabajadores y los encargados de área.

La última etapa es la de disciplina (Shitsuke) en la que se busca mantener la metodología en la organización para lo cual se debe tener el compromiso de todas las personas dentro. Se realizaron charlas de cinco minutos al inicio de la jornada con temas relacionados a la metodología 5S, en dichas reuniones participarán tanto los ingenieros como los operarios, de esta manera se tiene una constante comunicación acerca del tema, teniendo como consecuencias el mantenimiento de esta metodología y así tener una mejora continua en el desarrollo del proyecto. Siendo relevante la supervisión constante del encargado de la obra puesto que es el responsable del cumplimiento y seguimiento de todas las etapas anteriores. Los gerentes de la empresa además realizan visitas inopinadas al proyecto, realizando observaciones para así poder realizar las medidas correctivas.

Ilustración 2: Charlas sobre la metodología 5S



Fuente: Elaboración propia

17. RESULTADOS

Luego de la realización de las encuestas antes y después de la aplicación de la metodología 5S, así como de la productividad laboral, el primer paso para el análisis de datos es la verificación de normalidad (respuesta de los encuestados), para lo cual se realiza la prueba de Shapiro Wilk, dicha prueba verifica que las puntuaciones (encuestas con escala de Linkert) se aproximen a una distribución normal y los resultados se muestran en la tabla 2.

H_0 = Las puntuaciones de la muestra se aproximan a una distribución normal.

H_1 = Las puntuaciones de la muestra no se aproximan a una distribución normal.

Tabla 2: Resumen de la prueba de normalidad de las dimensiones a partir de las encuestas de la Metodología 5S

Encuesta	Dimensión	W (Shapiro Wilk)	P-value (sig)	Criterio
Inicial	Clasificación	0,962	0,567	Dist. Normal
	Orden	0,947	0,297	Dist. Normal
	Limpieza	0,928	0,125	Dist. Normal
	Estandarización	0,915	0,070	Dist. Normal
	Disciplina	0,949	0,332	Dist. Normal
Final	Clasificación	0,969	0,718	Dist. Normal
	Orden	0,940	0,218	Dist. Normal
	Limpieza	0,934	0,165	Dist. Normal
	Estandarización	0,941	0,224	Dist. Normal
	Disciplina	0,935	0,171	Dist. Normal

Fuente: Elaboración propia

Analizando los datos, se puede concluir que las puntuaciones de las cinco dimensiones, antes y después de haber realizado la encuesta, se aproximan a una distribución normal. Entonces, se pueden realizar pruebas paramétricas en las dimensiones de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina de la primera encuesta sobre el conocimiento de la metodología 5S.

A partir de las respuestas de los trabajadores respecto a su sensación, para las dimensiones de la variable dependiente, de productividad personal en la encuesta final realizada antes y después de la aplicación de la metodología 5S en la construcción del centro de vigilancia. La tabla 3 muestra datos obtenidos respecto a la normalidad de las puntuaciones en cada una de las dimensiones de la encuesta.

Tabla 3: Prueba de normalidad antes y después para las dimensiones de productividad

Encuesta	Dimensión	W (Shapiro Wilk)	P-value (sig)	Criterio
Inicial	Eficiencia	0,923	0,099	Dist. Normal
	Eficacia	0,888	0,021	No se ajusta
	Efectividad	0,969	0,709	Dist. Normal
Final	Eficiencia	0,927	0,121	Dist. Normal
	Eficacia	0,935	0,170	Dist. Normal
	Efectividad	0,936	0,184	Dist. Normal

Fuente: Elaboración propia

Analizando los datos, se puede concluir que las puntuaciones de dos dimensiones, Eficiencia y Efectividad se aproximan a una distribución normal, debido a que, el valor del p-value es mayor a 0,05 en todos los casos (lo que conlleva a aceptar la hipótesis nula), mientras que la dimensión Eficacia obtiene resultados opuestos. Por ello, se pueden realizar pruebas paramétricas en las dimensiones de Eficiencia y Efectividad, y pruebas no paramétricas para la variable Eficacia, en las posteriores pruebas donde se requieran los datos de primera encuesta de productividad.

Para analizar los cambios en las variables luego de la aplicación de la metodología 5S en el proyecto de construcción, se utiliza la prueba T de Student para muestras relacionadas que en este caso son las puntuaciones obtenidas en las encuestas respecto a cada dimensión en la cual usaremos las dimensiones que anteriormente fueron clasificadas como muestras que siguen una distribución normal. Esta prueba comprobará si hubo un cambio significativo en el nivel del logro de cada una de las dimensiones tanto en la variable independiente (metodología 5S), como en la variable dependiente (Productividad).

H_0 = No existe cambio significativo luego de la aplicación de la metodología 5S.

H_1 = Existe cambio significativo luego de la aplicación de la metodología 5S.

Tabla 4: Prueba T para las variables independientes de la Metodología 5S

Dimensión	Encuesta	T prueba	P-value (sig)	Criterio
Clasificación	Antes	18,43	21,806	Cambio signidicativo
	Después	36,67		
Orden	Antes	14,670	21,502	Cambio signidicativo
	Después	28,476		
Limpieza	Antes	10,240	17,736	Cambio signidicativo
	Después	21,286		
Estandarización	Antes	8,24	18,701	Cambio signidicativo
	Después	20,571		

Fuente: Elaboración propia

Mientras que en la encuesta final todas las dimensiones se aproximan a una distribución normal. Por ello, se pueden realizar pruebas paramétricas en las dimensiones de Eficiencia, Eficacia y Efectividad de la encuesta final realizada sobre el nivel de productividad personal de los trabajadores de la empresa.

En base a las puntuaciones obtenidas en la dimensión Eficiencia en las dos encuestas realizadas (antes y después de la aplicación de la metodología 5S), la tabla 5 muestra los datos obtenidos respecto a las medias y el estadístico de prueba.

H0 = No existe cambio significativo en el nivel de logro de la dimensión eficiencia luego de la aplicación de la Metodología 5S.

H1 = Existe cambio significativo en el nivel de logro de la dimensión eficiencia luego de la aplicación de la Metodología 5S.

Tabla 5: Prueba T para las variables dependientes de productividad

Eficiencia	Antes	12,05	13,600	0,000	Cambio signidicativo
	Después	20,19			
Efectividad	Antes	13,00	16,002	0,000	Cambio signidicativo
	Después	23,71			

Fuente: Elaboración propia

Al comparar las medias de las puntuaciones en cada una de las encuestas, se aprecia que la puntuación media después de la aplicación de la metodología es mayor que la primera encuesta, para las variables independientes de la Metodología 5S, por lo que podríamos afirmar que hubo un aumento significativo al final de las acciones realizadas.

Se aplicará la prueba de Wilcoxon (prueba no paramétrica) para los datos que demostraron no seguir una distribución normal. En base a los resultados ya expuestos se identificó que en la dimensión eficacia.

H₀ (Hipótesis nula) = No existe cambio significativo en el nivel de logro de la dimensión eficacia luego de la aplicación de la Metodología 5S.

H₁ (Hipótesis nula) = Existe cambio significativo en el nivel de logro de la dimensión eficacia luego de la aplicación de la Metodología 5S.

Tabla 6: Prueba de Wilcoxon para la dimensión de Eficacia

Dimensión	Encuesta	Media	Z prueba	P-value (sig)	Criterio
Eficacia	Antes	13,476	-4,019	0,000	Cambio signidicativo
	Después	2,48			

Fuente: Elaboración propia

Al comparar las medias con la prueba de Wilcoxon, las puntuaciones en cada una de las encuestas, se aprecia que la puntuación media después de la aplicación de la metodología es mayor que la primera encuesta para ambas variables dependientes de la Metodología 5S. Por lo que podríamos afirmar que hubo un aumento al final de las acciones realizadas.

A continuación, se realizan las pruebas de contrastación para las pruebas de hipótesis específicas y general en las tablas 7 y 8, respectivamente. Estas hipótesis relacionan las dimensiones de ambas variables tanto la variable independiente como dependiente. Para ello se utilizará el software estadístico SPSS, el cual hallará coeficiente de Spearman tomando un nivel de significancia de 5%. Dicha prueba sirve para conocer estadísticamente si ambas dimensiones a contrastar se relacionan y en qué medida lo hacen.

Tabla 7: Prueba de Spearman para las hipótesis específicas

Hipótesis Específica	Dimensión	Coef. Speaman	P - value (sig)	Criterio
La clasificación de los recursos se relaciona con la eficiencia de los trabajadores en la construcción del centro de vigilancia en Villa El Salvador, Lima 2020.	Clasificación	0,570	0,007	Relación de variables
	Eficiencia			
El orden del área de trabajo se relaciona con la eficacia de los trabajadores en la construcción del centro de vigilancia en Villa El Salvador, Lima 2020	Orden	0,733	0,000	Relación de variables
	Eficacia			
La disciplina de la metodología de las 5S se relaciona con la efectividad de los trabajadores en la construcción del centro de vigilancia en Villa El Salvador, Lima 2020.	Disciplina	0,574	0,006	Relación de variables
	Efectividad			

Los datos recolectados muestran que hubo un cambio significativo en el nivel de logro de la dimensión eficacia luego de la aplicación de la Metodología 5S. Por otro lado, si comparamos las medias de las puntuaciones de la dimensión eficacia en cada una de las encuestas, encontramos que la puntuación ha incrementado en comparación con las encuestas iniciales que fueron tomadas antes de la aplicación de la metodología.

Tabla 8: Prueba de Spearman para la hipótesis general

Hipótesis Específica	Dimensión	Coef. Speaman	P - value (sig)	Criterio
La metodología 5S se relaciona con la productividad de los trabajadores en la construcción del centro de vigilancia en Villa El Salvador, Lima 2020.	Metodología 5S	0,437	0,047	Relación de variables
	Productividad Laboral			

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos del software estadístico SPSS se concluye que existe una relación significativa entre las dimensiones de las variables independientes y las variables dependientes, ya que el valor del p-value es menor al nivel de significancia ($p\text{-value} < 0.05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Además, el coeficiente de correlación de Spearman para las 3 pruebas tiene un valor entre los rangos de 0.51 a 0.75, así que, se considera que siguen una correlación positiva considerable.

18. CONCLUSIONES

Se concluye que existe una relación fuerte entre la metodología 5S con la productividad laboral en la construcción del centro de vigilancia. Esto se evidencia a través del aumento del nivel de logro de la metodología 5S y el aumento de la productividad laboral en dicho proyecto llevado a cabo por la empresa SE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES, luego de la aplicación de las actividades específicas por cada 5S.

Luego de aplicar la metodología 5S, se concluye que estas actividades son las adecuadas para aumentar los niveles de logro de cada dimensión de la variable dependiente e independiente de la hipótesis de la presente investigación.

Se halló la relación de la dimensión clasificación de la variable metodología 5S con la dimensión eficiencia de la variable productividad laboral.

De acuerdo con los resultados se concluye que ambas dimensiones se relacionan de forma positiva.

Se halló la relación de la dimensión orden de la variable metodología 5S con la dimensión eficacia de la variable productividad laboral. De acuerdo con los resultados, ambas se relacionan considerablemente.

Se halló la relación de la dimensión disciplina de la variable metodología 5S con la dimensión efectividad de la variable productividad laboral. De acuerdo con los resultados ambas se relacionan considerablemente.

19. REFERENCIA

- DÍAZ BURGOS, L. (2017). Barreras, factores de éxito y estrategias en la implementación de lean en la construcción. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- GUPTA, S., & CHANDNA, P. (2019). Implementation of 5S in scientific equipment company. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), 107-111. <https://doi.org/10.35940/ijrte.C3894.098319>
- HIWALE, A. (2018). Effectiveness of 5s Implementation in Lean Construction (Commercial Building Construction Project). *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 6(6), 62-65. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2018.6013>
- HUÁNUCO, L., & ROSALES LÓPEZ, P. P. (2018). Impacto de las 5S en la Calidad Microbiológica del Aire del laboratorio de calidad de productos agrobiológicos. *Industrial Data*, 21(2), 17. <https://doi.org/10.15381/idata.v21i2.15599>
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2015. ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad - Definiciones. Ginebra: ISO.
- JIMÉNEZ, M., ROMERO, L., FERNÁNDEZ, J., ESPINOSA, M. M., & DOMÍNGUEZ, M. (2019). Extension of the Lean 5S methodology to 6S with an additional layer to ensure occupational safety and health levels. *Sustainability (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/su11143827>
- KARTHIK, S., & SILKSONJOHN, J. (2019). A case study of 5s implementation in inspection process. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 9(3), 1469-1476. <https://doi.org/10.24247/ijmperdjun2019154>
- MARTÍNEZ GUIRAO, J. E. (2016). Riesgos laborales en la construcción. un análisis sociocultural. *Universitas*, 23, 65. <https://doi.org/10.17163/uni.n23.2015.03>
- MINNULLINA, A., & SOLOPOVA, N. (2020). Optimization of activities of road construction company based on lean manufacturing tools. *E3S Web of Conferences*, 157. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015706003>
- MOSKVICHEVA, E. L., MUKHAMETSHINA, A. M., EROFEYEV, A. N., & SAVELYEV, K. V. (2020). Lean manufacturing - a method of managing a manufacturing enterprise. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 862(4), 042051. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/862/4/042051>
- ORTEGA, K; SARMIENTO, V & VILLEGAS, A. (2016). La Construcción alrededor del mundo. *Estudios económicos*, No.84. <https://asogravas.org/wp-content/uploads/2017/11/Informe-económico-No-84.pdf>
- PÉREZ, G., DEL TORO, H., & LÓPEZ, A (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 7(14), 110-121. <https://doi.org/10.36825/riti.07.14.010>
- RIBEIRO, P., SÁ, J. C., FERREIRA, L. P., SILVA, F. J. G., PEREIRA, M. T., & SANTOS, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765-775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- ROMERO, L. M., CASTILLO, B., & RAVINA RIPOLL, R. (2019). Comunicación para la efectividad laboral. *Mundo Indess*, 11.
- SINGH, S., DIXIT, S., SAHAI, S., SAO, A., KALONIA, Y., & SUBRAMANYA KUMAR, R. (2018). Key Benefits of Adopting Lean Manufacturing Principles in Indian Construction Industry. *MATEC Web of Conferences*, 172. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201817205002>

NEXO ESCENA

Creciendo Juntos

RESUMEN

ABSTRACT

Descripción del proyecto de emprendimiento, el producto innovador, su importancia, objetivo e innovación.

Nexo Escena es un proyecto interdisciplinario orientado a suplir las principales necesidades de los artistas y colectivos escénicos emergentes del medio peruano a través de la implementación de una aplicación multiplataforma que les permitirá encontrar oportunidades laborales, potenciar sus redes de contacto, difundir sus iniciativas, entre otros. Esto, en el marco de un contexto pandémico que ha agudizado las problemáticas del sector en el que hay exigencias cada vez más imperantes de carácter digital y en el que no existe una plataforma que responda a las principales necesidades del artista escénico. El objetivo principal es impulsar la asociatividad de los artistas escénicos emergentes y colectividades como medio para contrarrestar las principales problemáticas laborales dentro del sector y así contribuir con la sostenibilidad de la actividad artística y cultural del Perú. Actualmente, somos el único proyecto avocado a congregarse y generar un espacio de network para los artistas y colectivos escénicos emergentes.

Datos Básicos

Nombre del startup: Nexo Escena

Nombre del producto o servicio: Nexo Escena

Fase del emprendimiento: Desarrollo Inicial

Sector económico: Sector Cultura

Tipo de producto o servicio: Tecnología-cultura

Tipo de modelo de negocio: Afiliación a cuenta premium y publicidad pagada.

Asimismo, el proyecto por ser de carácter social también tiene la posibilidad de acceder a ayudas públicas (Nota: actualmente somos potenciales ganadores de los incentivos del ministerio de cultura en la sección de redes y plataformas)

1. DESCRIPCIÓN DEL EMPRENDIMIENTO

1.1. Descripción del Proyecto del Emprendimiento

sus principales características. Nexo Escena es un proyecto interdisciplinario orientado a suplir las principales necesidades de los artistas y colectivos escénicos emergentes del medio peruano a través de la implementación de una aplicación multiplataforma que actuará a modo de plataforma de network.

Circulo Dorado

Respuestas al Qué, Cómo y Por qué de la Startup

Descripción del producto o servicio innovador y sus principales características.



20. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

Nombre del producto o servicio:

Nexo Escena

Slogan

Frase que resalta el valor o característica del producto:

Creciendo juntos

1.2. Características

Cualidades propias del producto o servicio

En este caso no es propio hablar de “materiales” para la elaboración de la aplicación sin embargo sí es correcto hablar del stack de tecnologías utilizadas: Python con Django como framework, PostgreSQL como SGBD y GraphQL para la manipulación y consulta de datos de la API. Se hará uso de Flutter 2 para el desarrollo multiplataforma del frontend y para el despliegue se hará uso de Docker y Amazon Web Services. Asimismo, por la parte del UX/UI se estará utilizando Figma.

1.3. Diseño del producto o servicio

Descripción de las dimensiones, forma, tamaño, colores,

Las dimensiones del producto serán de acuerdo a los tamaños de los dispositivos. Aproximadamente 1280px x 1024px para computadoras y 1080px por 1920px para celulares. Los colores en RGB, principalmente tonos morados, blancos, negros y degradados. Código Hexadecimal: #F4F1FB, #1D1E1F, #454D89, #AA629A.

1.4. Funcionalidad

Características prácticas y utilitarias del producto o servicio.

El producto en cuestión es una aplicación, la funcionalidades se pueden asociar a cada uno de los segmentos de la aplicación, estos son:

- Sección perfiles: En esta sección tanto los perfiles individuales como los perfiles organizacionales podrán exhibir su trayectoria artística/institucional, proyectos escénicos pasados, proyectos escénicos presentes (aquí se podrá redirigir a las sección de eventos de la aplicación en caso de que el proyecto evento esté publicado allí) y su disponibilidad laboral, a través de álbumes de fotos, videos, banners, descripciones, etc.
- Sección de contratos: En esta sección los artistas podrán establecer un contrato, a través del llenado de campos sencillos (se busca que la experiencia de usuario sea lo más amigable y lúdica posible). Dichos campos, luego de ser llenados simultáneamente por las partes, serán convertidos por la aplicación en un contrato en formato pdf el cual quedará almacenado en la plataforma y al cual podrán acceder los artistas escénicos cuando lo deseen.
- Sección de ofertas laborales: En esta sección los artistas y organizaciones podrán postear y hacer búsqueda de ofertas laborales a través de una serie de filtros que se ajustan a los criterios de búsqueda que suelen utilizar. Asimismo, habrá la posibilidad de visualizar las ofertas publicas o a las que se han postulado en un historial y también la posibilidad de administrar dichas postulaciones dentro de la aplicación.
- Segmento de eventos: En esta sección los artistas escénicos podrán observar, postear y vender entradas para sus obras, conciertos, performances, etc.
- Sección explora: En esta sección habrá una barra de búsqueda con diversos filtros que permitirá a encontrar a otros usuarios en función de intereses artísticos, intereses personales, disciplinas, experiencia, etc. Asimismo, habrá diversos perfiles sugeridos en función de los criterios ya mencionados. Habrá la posibilidad de conectar con el usuario o comenzar una conversación con él.

21. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES E INNOVACIÓN

1.5. Problema u oportunidad

Descripción del problema o necesidad a solucionar con el emprendimiento. Como menciona Santiago Alfaro, el sector cultura se ha caracterizado por el subempleo y la desprotección. Estos 2 factores se ven reflejados en la constante inestabilidad laboral, los bajos sueldos, la poca oferta laboral. A esto se le suma el marcado centralismo de las artes escénicas que agrava lo ya mencionado.

Toda esta situación se vio gravemente agudizada por la crisis pandémica, originando pérdidas de S/162,967,928 (informe del MINCUL) y exigiendo a los artistas y emprendimientos contar con herramientas digitales que los ayuden a subsistir (nota: 53% de encuestados consideraron viable la virtualización de sus actividades. Informe MINCUL). En ese sentido Nexo Escena, implementará una aplicación que ofrecerá a sus usuarios una serie de herramientas que los ayudará a sortear las barreras económicas del sector, asimismo la plataforma buscará integrar a los artistas escénicos de todo el Perú dejando de lado el centralismo limeño.

1.6. Innovación y ventaja competitiva

Se adjunta cuadro de Porter en documento adjunto.

1.7. Integración de tecnologías, conocimientos y/o patentes

Tecnologías, conocimientos y/o patentes utilizadas en el desarrollo del emprendimiento.

<p>¿El proyecto incluye algún desarrollo, resultado de investigación, integración de tecnologías o similares?</p>	<p>¿El proyecto ha tomado como base alguna patente liberada para la realización de este o ha sido una idea totalmente innovadora?</p>
<p>El proyecto es resultado de una investigación. Sé llevó a cabo un cuestionario a una muestra de 253 artistas escénicos. Por otro lado, se han llevado a cabo un total de 15 entrevistas y se han realizado 3 focus groups y se ha presentado el mockup ilustrativo del producto a diversos artistas escénicos.</p>	<p>El proyecto ha tomado como benchmarking algunas de los features de plataformas de corte laboral tradicional como LinkedIn y/o Bumeran. Por otro lado, el segmento de la aplicación llamado "Tu contrato", si es un elemento completamente innovador.</p>

22. EXPLORACIÓN DE CLIENTES

Análisis del cliente

SEGMENTACIÓN DE CLIENTES

1. Sexo del cliente

Hombre y Mujer
2. Edades de los clientes

22 a 34 años
3. Nivel socioeconómico de los clientes

B-C
4. Cantidad de clientes potenciales en este segmento

200k-300k
5. ¿Cómo piensan llegar a estos clientes potenciales?

Llegaremos a través de dos canales: plataformas en redes sociales y nuestra red de alianzas. A través de redes, porque lanzaremos nuestra propuesta en medios digitales y, a la misma vez, nuestra red de alianzas brindará un rebote del contenido.

<p>¿Qué expectativas tienen los clientes con el producto o servicio?</p>	<p>Miembros de las alianzas y usuarios en potencia que han visualizado el mockup consideran que en primera instancia es un producto que cubre sus diferentes necesidades. Por otro lado, lo que esperamos lograr es que los usuarios vean esta plataforma como el aplicativo ideal para el buen</p>
<p>¿Cómo compran los clientes, cómo se encuentran con el producto?</p>	<p>El usuario podrá encontrar el producto en App Store y Play Store, también a través de la web de Nexo Escena. El registro de la cuenta y el uso será gratuito; pero también tendrán opciones pagadas en caso de querer acceder a ciertos upgrades. Ejm. Una cuenta premium.</p>
<p>¿Qué tan seguido compran esos clientes?</p>	<p>Estos clientes según sus edades y de acuerdo a su uso frecuente en redes sí tienen un consumo regular en cuanto a suscripciones de plataformas de servicios digitales, el cual, además, se incrementó durante la pandemia.</p>

1.8. Análisis de la competencia

¿Quiénes son los competidores?

Ambos son competidores indirectos:

Giramos: Aplicación de carácter laboral para músicos. Ofrece una bolsa de trabajo, ofrece perfiles de diferentes músicos tanto amateurs como profesionales.

Plugmusix: Es una red social para músicos que busca generar comunidad, a través de la interacción entre usuarios con gustos musicales similares.

Nota: Nexo Escena apunta a todos los artistas escénicos (actores, dramaturgos, mimos, músicos, clowns, directores, productores...).

¿Cuáles son los factores de éxito de la competencia?

Consideramos que es temprano para hablar de éxito con relación a estos emprendimientos, debido a que su presencia en el mercado es bastante por lo que aún no cuentan con una masa de usuario significativa en sus plataformas. Sin embargo, el factor que determina la ventaja

de estos dos competidores indirectos ha sido su anticipación para salir al mercado en el momento adecuado.

¿Qué características distinguen a los competidores?

Una característica resaltante de Giramos, más allá de contactar a personas y la búsqueda laboral en el sector musical, es que tiene un área llamada "Venues" donde muestra lugares en los que hay tocadas y conciertos musicales. Con relación a Plugmusix, consideramos que lo más resaltante son las herramientas que tiene para genera comunidad e interacción entre usuarios, asimismo resalta bastante la posibilidad de poder loggarse y registrase con una cuenta de Instagram.

Actividades planteadas para el ingreso al Mercado

Descripción de las actividades planteadas para el posicionamiento del producto/servicio en el mercado, planificación del lanzamiento del producto y las barreras a las que se enfrenta para el ingreso al mercado.

En primera instancia el mapeo de organizaciones culturales con las que se pueda formar una alianza, la cual ya está puesta en marcha y contamos con 8 aliados. En segunda instancia, el lanzamiento de la marca en medios digitales; mediante una campaña creativa de intriga y devele, donde daremos a conocer la propuesta a través de redes sociales. Por último, el mantenimiento, donde ofreceremos recursos que favorezcan al continuo desarrollo de habilidades de los usuarios, de esta manera mantendrán una conexión con la marca. Una de las barreras a la que nos enfrentamos es el alto capital para el proceso de construcción e implementación del producto.

23. MODELO DE NEGOCIO

BUSINESS CANVAS

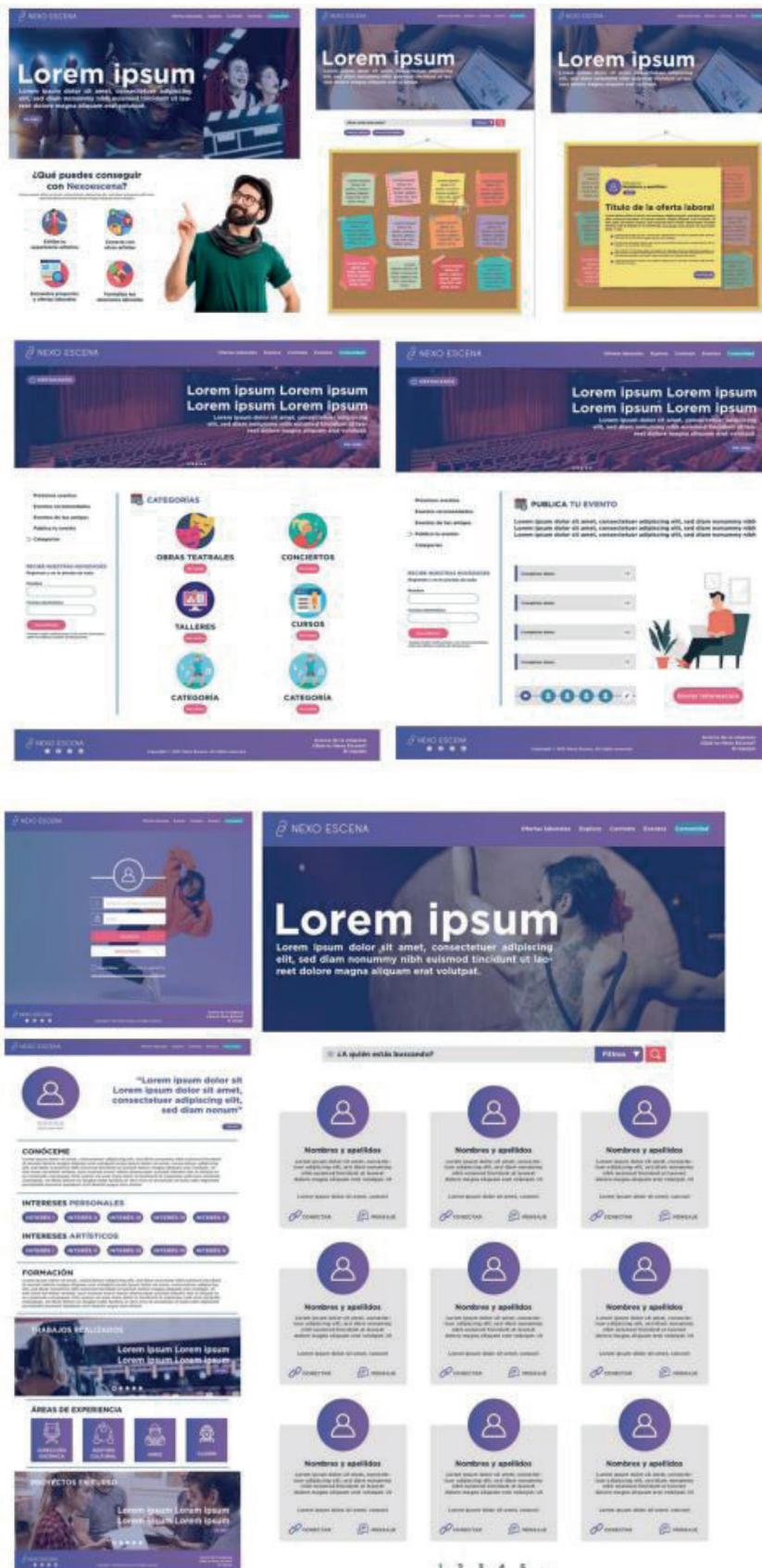
Visión general del modelo de negocio del Emprendimiento

Se adjunta en otro documento (de lo contrario todo queda muy desordenado)

24. PROTOTIPADO

Prototipo 1.0.

Diseño inicial que se le ha dado al concepto del producto/servicio del emprendimiento.



ANÁLISIS Y DESARROLLO DE PROTOTIPO DE APLICATIVO MÓVIL QUE DIAGNOSTIQUE Y MONITOREE LA DIABETES TIPO II

ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF A
MOBILE APPLICATION TO DIAGNOSE
AND MONITOR TYPE II DIABETES

 Carlos Rondan-Poma
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 carlos.rondan.p@uni.pe

 Luis Vilcabana-Reyes
 Universidad Nacional de Trujillo
 luis.vilcabana.r@uni.pe

 María Cerron-Rocha
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 mcerronr@uni.pe

RESUMEN

ABSTRACT

La diabetes mellitus es una enfermedad no transmisible y crónica que necesita de un diagnóstico y control. En el año 2015 la enfermedad ocupó el tercer puesto dentro de la tasa de mortandad, se encontró que las mujeres en los últimos años fueron la más afectada por la enfermedad. En el presente artículo, a través de la metodología de sistemas blandos se establecen los niveles y variables que tienen mayor relación con la diabetes mellitus tipo II; a través de una data encontrada en NIDDK usamos modelos de Machine learning, lo cual nos abre paso al diagnóstico, esto mediante un proceso de clasificación de datos, como los son limpieza de datos, correlación de variables y el uso de árbol de decisiones; dicho análisis permite determinar el funcionamiento del prototipo desarrollado. Los resultados se miden por 4 métricas: exactitud 72.73 %, sensibilidad 58.18 %, especificidad 80.81 %, precisión 78.05 %, De esto concluimos que el prototipo resulta beneficioso, y puede generar mejores resultados conforme se va actualizando.

Palabras clave: Aprendizaje automático, Diabetes Mellitus tipo II, diagnóstico, sistemas blandos

Diabetes mellitus is a non-communicable and chronic disease that requires diagnosis and control. In 2015 the disease ranked third in the death rate, it was found that women in recent years were the most affected by the disease. In this article, through the soft systems methodology, the levels and variables that are most closely related to type II diabetes mellitus are established; Through a data found in NIDDK we use Machine learning models, which opens the way to diagnosis, this through a data classification process, such as data cleaning, variable correlation and the use of a decision tree; This analysis makes it possible to determine the functioning of the developed prototype. The results are measured by 4 metrics: accuracy 72.73%, sensitivity 58.18%, specificity 80.81%, precision 78.05%. From this we conclude that the prototype is beneficial, and can generate better results as it is updated.

Keywords: Machine learning, type II Diabetes Mellitus, diagnosis, soft systems

1. INTRODUCCIÓN

En el último año, Perú ha sufrido los estragos de contar con un sistema de salud precario al enfrentar la actual coyuntura por el COVID 19; las personas más afectadas han sido las asociadas a enfermedades cardiovasculares graves, el cáncer y la Diabetes Mellitus. Además, según el ENDES 2018-2019 (INEI, 2020), el 37.2 % de las personas de 15 años de edad a más, presentan comorbilidad por obesidad, hipertensión arterial o diabetes mellitus, afectando en mayor porcentaje a mujeres (38.7 %) que a hombres (35.8 %), perteneciendo en su mayoría a la población costera. La diabetes actualmente es considerada una enfermedad crónica con tendencia epidémica en todas las regiones del país (MINSA, 2020).

En el Perú se registran 3.9 casos de diabetes mellitus por cada 100 peruanos mayores de 15 años, según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (Endes, 2019). Según la OPS/OMS (2018), esta tiene una tasa alta de mortalidad de 9.5 %, la cual lo posiciona como la tercera enfermedad con mayor tasa de mortalidad en el Perú, como muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Principales causas de mortalidad 2015.

Ranking	Enfermedad	Tasa
1	Infecciones respiratorias agudas bajas	60.7
2	Enfermedades cerebrovasculares	30.5
3	Diabetes mellitus	21.9
4	Enfermedades isquémicas del corazón	21.9
5	Cirrosos y ciertas otras enfermedades Crónicas del hígado	21.3

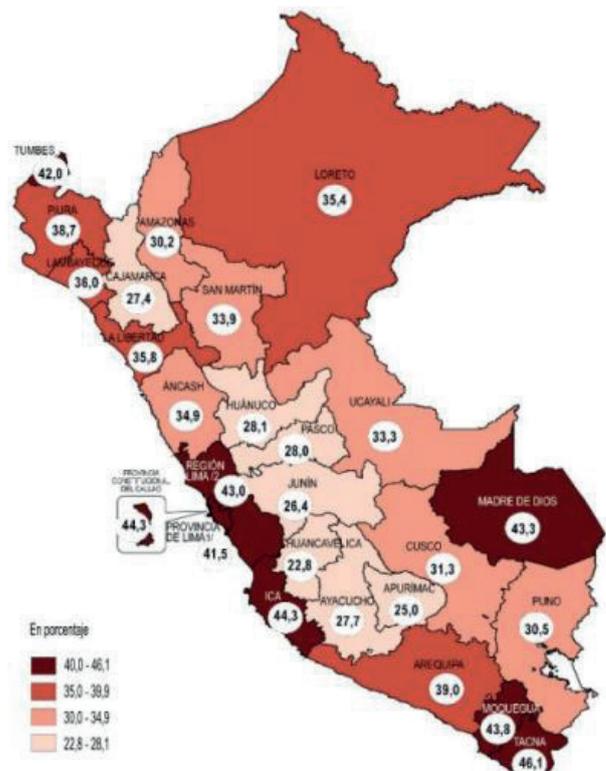
Respecto a diabetes tipo 1 aún no se conocen con certeza las causas de esta enfermedad, los científicos piensan que tiene un componente genético. Sin embargo, generalmente tener los genes no es razón suficiente para tener diabetes. Probablemente una persona ha de tener que estar expuesta adicionalmente a otros factores (virus, etc.) para desarrollar diabetes tipo 1.

La diabetes tipo 1 no puede ser prevenida y no existe una manera práctica de predecir quien la adquirirá y no hay nada que el progenitor o el niño hubieran hecho para provocar la enfermedad. Una vez que una persona contrae diabetes tipo 1, la enfermedad no desaparece y requiere tratamiento de por vida. Los niños y

adolescentes con diabetes tipo 1 dependen de inyecciones de insulina diarias o de una bomba de insulina para controlar los niveles de glucosa en la sangre. Por consiguiente, resulta más viable el diagnóstico de diabetes tipo 2 (Aguilar et al, 2017).

El mayor porcentaje de personas mayores de 15 años con comorbilidad se centra en la Costa (41.4 %), donde resalta Lima Metropolitana (41.7 %); en segundo lugar, se encuentra la Sierra rural (25.8 %) y por último la Selva rural (26.9 %). Al observar estas características por departamentos, vemos en la Figura 1. Personas de 15 años a más con comorbilidad, hipertensión arterial, Diabetes Mellitus u obesidad, según departamento. que los departamentos que sobrepasan el porcentaje nacional (37.2 %) son Arequipa, Piura, Tacna, Ica, Tumbes, Madre de Dios, Moquegua, Lambayeque, Lima y Callao.

Figura 1. Personas de 15 años a más con comorbilidad, hipertensión arterial, Diabetes Mellitus u obesidad, según departamento.



Detectarla a tiempo, puede retrasar o prevenir el desarrollo de esta enfermedad, y con ello cerca de 2 millones de peruanos podrían tener una mejora en su calidad de vida. Alrededor de 2950 familias no sufrirían las pérdidas a causa de diabetes anualmente.

De acuerdo con un estudio de Ispor, se calcula que un paciente diabético controlado le cuesta al Estado alrededor de S/1,392 al año; mientras que el gasto en un paciente no controlado asciende a S/19,661 (Álvares, 2018).

Es por ello que el tratamiento preventivo y alternativo de la Diabetes Mellitus Tipo II, parece más coherente en el contexto que se encuentra el Perú, se plantea el desarrollo de una propuesta tecnológica que permita la prevención, diagnóstico, tratamiento, seguimiento y control de la enfermedad.

Para lograr esta propuesta, tomamos en cuenta las aplicaciones de categoría mHealth (salud electrónica), que según la OMS "es la práctica de la medicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles, dispositivos de monitorización de pacientes, asistentes personales digitales y otros dispositivos inalámbricos." (González, Morales, 2015). Para el logro de una app de esta categoría tenemos como objetivos específicos elaborar un diagrama causal antes y después de la propuesta, definir el modelo de aprendizaje automático a utilizar, elaborar el diagrama de casos de uso y por último el prototipo de aplicativo móvil. Esto generara como beneficio una relación directa entre médico-paciente, y una base de datos automatizada, con el fin de seguir con más investigaciones.

2. ANTECEDENTES

En 2017, se publicó en México un trabajo de investigación sobre la predicción de diagnóstico de diabetes Mellitus donde se implementó una máquina de soporte vectorial donde se analizaron datos de índice masa corporal, concentración de glucosa en la sangre y el diagnóstico médico de 500 pacientes del Hospital General de Ensenada, Baja California. Con la implementación de este modelo se logró una exactitud 99,2 %. (Amat Rodrigo, 2020).

Desde el punto de vista académico, existen ya muchas investigaciones sobre predicción y también sobre la diabetes, sin embargo, no una que abarque el proyecto hasta la implementación en un prototipo y como una idea de negocio. Es por ello por lo que se considera que este trabajo servirá para plasmar bien la idea que se tiene de proyecto implementado y el impacto que este tendría en nuestra sociedad. Según una encuesta realizada en el año 2018, se encontró que los modelos híbridos resultan con más precisión que los modelos tradicionales. Esta

investigación también realizó predicciones utilizando el dataset de Pima y encontró que la mayor precisión resultaba de una combinación entre las técnicas de clustering y SVM. (Jayanthi, Rao, 2017).

En 2019, se realizó una investigación sobre la Creación de modelos de predicción de riesgos para la diabetes tipo 2 mediante técnicas de aprendizaje automático. El estudio comprendía 138 146 datos y ocho modelos, los cuales son Neural Network, Logistic regression, linear SVM, Rbf SVM, Randon forest, Navie Bayes, Polynomial SVM y Decission tree. De los ocho modelos Neural Network fue el que mejor rendimiento generó, sin embargo, el árbol de decisión es el preferido para la detección inicial de diabetes tipo 2 porque tenía mayor sensibilidad, y por lo tanto, mayor tasa de detección (Xie, Nikolayeva, Luo y Li, 2019).

3. METODOLOGÍA

Para realizar la investigación seguimos los siguientes pasos:

3.1. Metodología de sistemas blandos

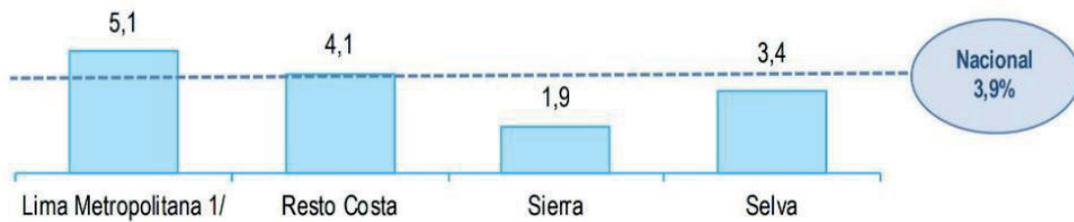
24.4.1 Definición del sistema o entorno

En la búsqueda y definición de nuestra investigación definimos a nuestro país como contexto para los objetivos propuestos que nos permitirá tener un desarrollo intelectual, social, cultural y/o económico sobre el tratamiento y prevención de la Diabetes que se caracteriza principalmente por presentar altos niveles de glucosa.

En el Perú actualmente el 3.9 % de personas de 15 a más años fueron diagnosticados con Diabetes causadas por factores externos como malos hábitos alimenticios, estilo de vida, etc. lo cual para la mujer representa un 4.3 % y para el hombre un 3.4 % de la población total en el Perú (32 millones 625 mil 948), siendo la mujer más afectada por este tipo de enfermedad en los últimos años.

Asimismo, por región natural, la mayor cantidad de personas afectadas por la Diabetes se encuentra en Lima Metropolitana (Lima y la provincia constitucional del Callao) la cual representa un 5.1 % y el resto de la Costa un 4.1 %, presentándose en menor porcentaje en las demás regiones, en la Sierra un 1.9 % y Selva un 3.4 %.

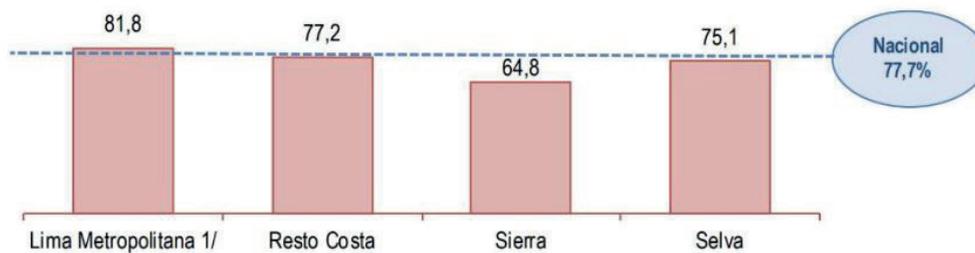
Figura 3. Perú: Personas de 15 y más años de edad con diagnóstico de Diabetes Mellitus, según Región Natural, 2019 (porcentaje)



Sin embargo, para la presente investigación también se tomó en cuenta la data de las personas que llevaron un tratamiento con la Diabetes tanto para su prevención y recuperación representando en el Perú un porcentaje del 77.7 % de la población que llevaron un tratamiento de este en los últimos 12 meses ya sea una dieta balanceada, estilos de vida diferente, etc., lo cual para la mujer representa un 78.1 % y para el hombre un 77.2 %, representando un porcentaje similar para ambos géneros para el tratamiento de éste.

Asimismo, por región natural, representando el mayor porcentaje en Lima Metropolitana con un 81.8 % de personas que lo trataron, seguido de la Costa con un 77.2 %, Selva con 75.1 % y finalmente y en menor porcentaje la Sierra con un 64.8 %.

Figura 5. Perú: Personas de 15 y más años con diagnóstico de Diabetes Mellitus.



Teniendo como referencia estas estadísticas la OMS estimó en el año 2025 existiría un incremento de la diabetes en un 40 % en el Perú, de los cuales solo las personas que reconozcan esta enfermedad representan con un 65 % necesitarán medicamentos para su prevención y/o tratamiento. Para eso el Ministerio de Salud se viene organizando en la actualidad para su estrategia de atención, programas de prevención y/o control de esta enfermedad y lograr reducir este porcentaje de personas que se estima padecerán de diabetes (INEI, 2019).

24.4.2 Definición de niveles y variables

Para la investigación y análisis tomamos en cuenta las principales variables, tanto externas como internas, que tienen relación en la aparición de diabetes mellitus tipo II.

Según MayoClinic (2020) señala que la glucosa funciona como principal fuente de energía de las células, pero también es un tipo de azúcar. Si nuestro nivel de azúcar en sangre es más alto que lo normal, podemos tener prediabetes. En caso de no controlarlo, puede desarrollarse hasta diabetes tipo.

Otras variables de riesgos asociadas al desarrollo de diabetes son el sedentarismo, sobrepeso, obesidad y la hipertensión arterial (García, Solís, Calderón, Luque, Neyra, Manrique y Castillo, 2007).

Una investigación realizada por Bellou at el (2018) encontró que la presencia de diabetes gestacional durante el embarazo es un factor de riesgo con evidencia convincente, y el índice de masa corporal, así como la presión sanguínea, son factores con evidencia altamente sugestiva. Los antecedentes de familiares con diabetes mellitus tipo II también han sido relacionados con un mayor riesgo de diabetes (Carrillo y Cerda, 2001).

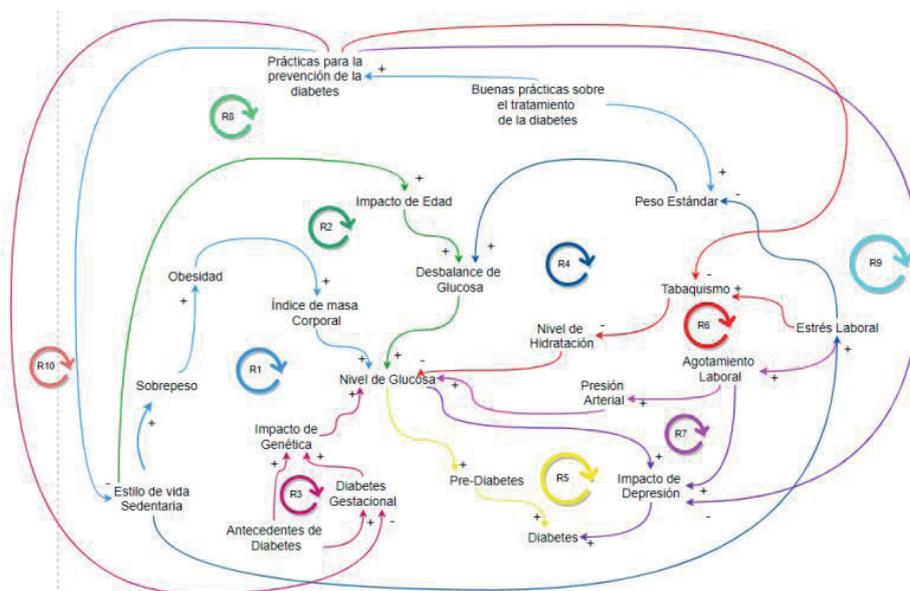
Finalmente, también se han encontrado factores psicosociales que se consideran influyentes directos o indirectos en la incidencia de la diabetes. La depresión ha sido relacionada con la mala gestión de la glicemia y se ha encontrado que un número significativo de pacientes de diabetes padecen de depresión (Pineda et al ,2004). Otro factor es el estrés laboral, según Navinés et al (2016), el cual influye directamente

otras variables como la obesidad, la hipertensión arterial, el sedentarismo y el tabaquismo (Soto, 2017). Estos factores se relacionan de distintas maneras y utilizaremos algunos de ellos dentro de nuestra investigación

- Sobre peso
- Presión arterial alta
- Diabetes estacional
- Diabetes gestacional
- Depresión
- Sedentarismo
- Tabaquismo
- Estrés laboral
- Agotamiento laboral
- Nivel de glucosa
- Genética

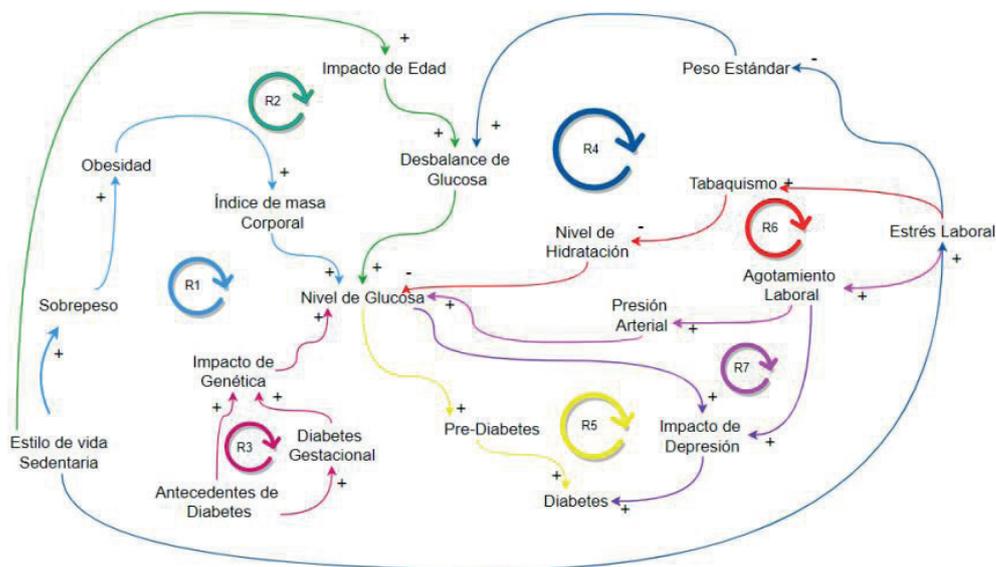
24.4.3 Elaboración del diagrama causal

Figura 7. Elaboración propia: Diagrama causal inicial



3.2. Modelo predictivo

Figura 9. Elaboración propia: Diagrama causal, al añadir las variables solución



24.4.4 Base de datos - NIDDK

Esta dataset ha sido publicada por el Instituto Nacional de Diabetes y Enfermedades Digestivas Renales (NIDDK) y está disponible en el repositorio de la Universidad de California en Irvine de aprendizaje automático, fue publicado con el objetivo de aportar en la investigación de las comunidades de aprendizaje automático para el análisis empírico de algoritmos de Machine Learning. A partir de las variables que encontramos en el apartado anterior, encontramos esta base de datos que se ajusta a los datos requeridos, presentando 1500 registros de mujeres de origen indio Pima con una edad a partir de los 21 años.

Cuenta con ocho variables predictoras médicas, que son independientes; y con una variable objetivo dependiente, que es la de resultado. Las variables independientes son el número de embarazos, el índice de masa corporal, el nivel de insulina, la edad, el grosor del pliegue cutáneo del tríceps, presión sanguínea, también la concentración de glucosa en plasma y la función pedigrí de la diabetes.

24.4.5 Procedimiento de clasificación

Primero se realizó una revisión de los datos, luego se hizo una limpieza de datos para no considerar valores perdidos, también se analizó la correlación de variables para el nivel de

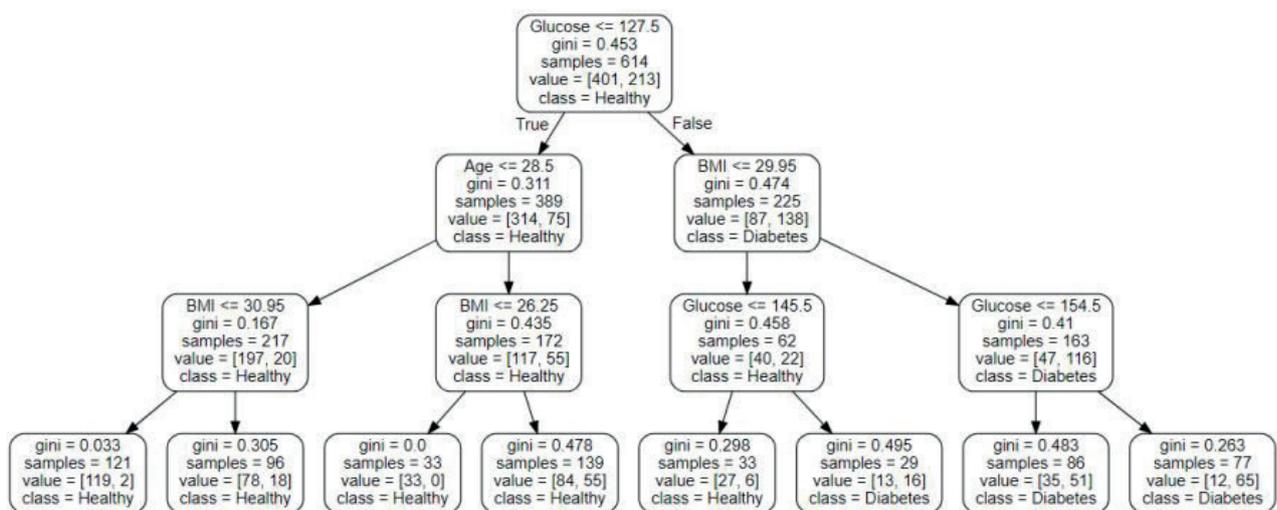
insulina y para el grosor de pliegue cutáneo (ver Figura 6. Estructura de árbol obtenido) por la falta de datos en algunos registros, con esto se descartó la fuga de datos. Los valores nulos o faltantes se reemplazaron con valores medianos.

Luego de ello, se evaluaron algunos modelos de clasificación utilizando una validación cruzada y se acordó usar Árbol de decisión, que es un modelo predictivo que engloba técnicas supervisadas, formado por reglas binarias con las que se consigue segmentar los datos de los predictores en regiones simples(Benites at el, 2017), que presentó una precisión de 67.59 %. El tipo de árbol de decisión usado es el árbol de clasificación, ya que, nuestra variable es cualitativa, donde por medio de conjunciones de características se hace una división de clases, en este caso, como se puede ver en la Figura 6. Estructura de árbol obtenido, el árbol que se obtuvo tiene una profundidad de nivel tres y el número de nodos terminales es ocho.

3.3. Diagrama de casos de uso

Los diagramas de caso de uso nos mostrarán las relaciones entre los actores y los casos de uso dentro del sistema que definimos. El diagrama de casos de uso es parte de una análisis de la arquitectura de un aplicativo móvil y este comprende 2 niveles, los cuales son: diagrama de contexto y diagrama inicial, Diagrama estructurado o modelo de casos de uso .

Figura 11. Estructura de árbol obtenido diagrama inicial podemos indicar los principales casos de uso, por ejemplo "Iniciar sesión", "registrarse", "Registrar dieta" etc... (ver Figura 15. Diagrama de caso de uso - propuesta).



24.4.6 Diagrama de contexto y diagrama inicial

Este diagrama nos permite identificar los entornos del sistema, al cual nosotros le damos el nombre de "Aplicación móvil GlucoPlus. Una vez identificado el sistema, podemos identificar los actores externos que interactuarán con el sistema, los cuales son: "Cliente", "Cliente-nuevo", "Cliente-Fidelizado", "Hospital", "Base de datos" y "Modelo machine learning". Se hizo una búsqueda de las mejoras app en el tratamiento y prevención de Diabetes, la cual se aplicó un filtro de instalación para ver las funcionalidades que tenía, así como también en los comentarios y estrellas que recibían en la Play Store, teniendo en cuenta que la mayoría de divergencias se daban en un chat con especialista o atención al hospital más cercano de su ubicación, funcionalidades que nuestro prototipo si presenta (ver Tabla 4. Comparación de funcionalidades). Con el diagrama inicial podemos indicar los principales casos de uso, por ejemplo "Iniciar sesión", "registrarse", "Registrar dieta" etc... (ver Figura 15. Diagrama de caso de uso - propuesta).

24.4.7 Diagrama estructurado o modelo de casos de uso

Una vez tenemos los diagramas de contexto e inicial, podemos refinar aún más el diagrama con las relaciones que pueden ser "<< extend >>" e "<< include >>" (Triana, 2017).

24.4.8 Prototipo de app

Una vez terminado los diagramas procedemos a realizar el prototipo en la plataforma web figma, el cual nos permitirá diseñar cada una de las funcionalidades anteriormente identificadas en frames, las cuales son las vistas de la app móvil.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Metodología de sistemas blandos

El modelo presentado en la Figura 4. Elaboración propia: Diagrama causal inicial muestra las relaciones entre los factores de riesgo de la diabetes tales como: Desbalance de glucosa, Impacto de la genética, Índice de masa corporal, presión Arterial y el nivel de la hidratación recayendo en el factor más importante Nivel de Glucosa. En consecuencia, a estos factores, siendo más específicos al nivel de glucosa, se deriva lo siguiente: Pre-Diabetes y una depresión sobre las personas vulnerables a esta enfermedad que ocasionará posteriormente la Diabetes si no es tratado a tiempo. El comportamiento de algunos bucles de retroalimentación que compone el modelo son descritos abajo.

Tabla 2. Bucle de retroalimentación antes de la solución.

Tipo de Bucle	Definición
R1	Vida sedentaria DP sobre peso & Sobrepeso DP Obesidad & Obesidad DP Índice de masa Corporal & Vida Sedentaria DP Estrés Laboral
R2	Vida Sedentaria DP Impacto de Edad (Negativo) & Impacto de Edad DP Desbalance de la Glucosa
R3	Antecedentes de Diabetes DP Impacto de la Genética & Antecedentes de Diabetes DP Diabetes Gestacional & Diabetes Gestacional DP Nivel de Glucosa & Impacto de la Genética DP Nivel de Glucosa
R4	Estrés Laboral IP Peso Estándar & Peso Estándar DP Desbalance de la Glucosa
R6	Estrés Laboral DP Tabaquismo & Tabaquismo IP Nivel de Hidratación & Nivel de Hidratación IP Nivel de Glucosa
R7	Estrés Laboral DP Agotamiento Laboral & Agotamiento Laboral DP Presión Arterial & Presión Arterial DP Nivel de Glucosa & Agotamiento Laboral DP Impacto de la Depresión & Nivel de Glucosa DP Impacto de Depresión
R5	Nivel de Glucosa DP Pre-Diabetes & Pre-Diabetes DP Diabetes & Impacto de la Depresión DP Diabetes

Dos nuevas variables se tocarán buenas prácticas sobre el tratamiento de la diabetes incluye todo tipo de tratamiento cuando la persona tiene ya la enfermedad mientras que las Prácticas sobre la prevención de la diabetes son "prácticas" para evitar o que tenga un menor impacto esta enfermedad.

Tabla 3. Bucle de retroalimentación después de la solución.

Tipo de Bucle	Definición
R8	Buenas prácticas del tratamiento de diabetes DP Practicas sobre la prevención de diabetes & Practicas sobre el tratamiento DP Peso Estándar.
R9	Prácticas para la prevención de la diabetes IP Tabaquismo // Vida Sedentaria // Impacto de Depresión (Ya que las prácticas influyen de manera inversa hará que las variables consiguientes actúen también de manera inversa)
R10	Prácticas para la prevención de la diabetes IP Diabetes Gestacional (Esto permitirá que el impacto de la diabetes sea a menores rasgos en la persona).

4.2. Modelo predictivo

Para evaluar cuan bueno es el modelo de clasificación aplicado, se usará una matriz de confusión. Esta herramienta sirve para mostrar de manera explícita cuándo una clase es confundida con otra, lo que permite trabajar de forma separada con distintos tipos de error. Se analizan los verdaderos positivos como los verdaderos negativos, también los falsos negativos y falsos positivos. (ver Figura 7. Matriz de confusión)

Figura 13. Matriz de confusión

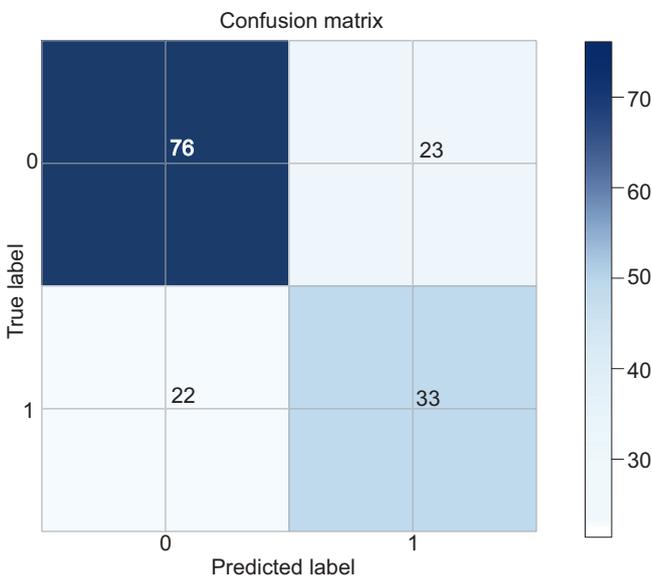


Tabla 4. Evaluación de métricas

Métrica	Valor
Exactitud	72.73%
Sensibilidad	58.18%
Especificidad	80.81%
Precisión	78.05%

Evaluando los valores obtenidos en las métricas que aparecen en el cuadro 4 se puede notar que la especificidad tiene un muy buen valor, lo que quiere decir que el modelo tiene capacidad de discriminar los casos negativos, es decir que es difícil obtener falsos positivos que sería señalar personas con diabetes cuando no la tienen. Por otro lado, al obtener un 78.05 % en la precisión se puede resaltar que obtenemos resultados de predicción cercanos al valor verdadero, lo cual es aceptable. Respecto a ello se recalca que el modelo obtenido es más específico que sensible, lo que resalta el objetivo de evitar los falsos positivos.

4.3. Diagrama de uso

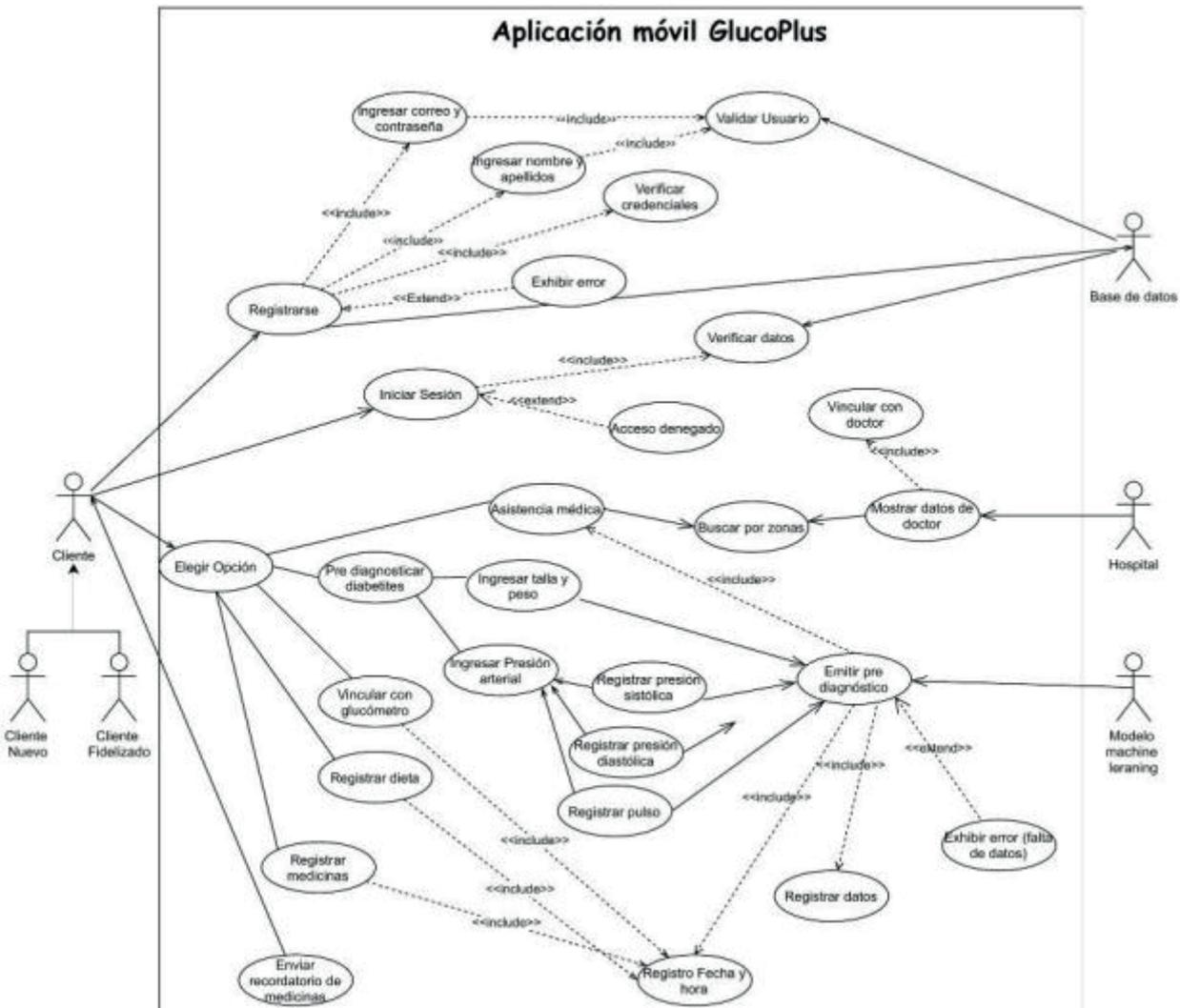
La siguiente tabla muestra las aplicaciones con sus funcionalidades, sin embargo a pesar de contar con algunas no quiere decir que sea perfecto, pues en aplicaciones como SocialDiabetes, myDiabeticAlert y Bant siempre se presentan problemas de Login y Alerta de Medicación cuando se actualizan, así como también en mySugr y Diabetes:M con la funcionalidad de conexión de Glucómetro por Bluetooth, problemas que nuestra aplicación será tratado con rapidez y consideraremos como punto clave de éxito.

Tabla 4. Comparación de funcionalidades

App / Funcionalidad	Login / Registro de usuario	Glucómetro inalámbrico	Actividad / Física / talla / Edad	Control de peso (dieta)	Chat con especialista	Atención hospital	Alerta de medicación
Glucoplus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SocialDiabetes	✓	✓	✓	✓	X	X	✓
MyDiabeticAlert	✓	X	✓	✓	X	X	✓
MySugr	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓
Diabetes:M	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
Bant	✓	✓	✓	✓	X	X	✓

Luego de haber realizado una comparativa en funcionalidades propuestas y las que pudimos investigar en app store, se realizó desarrollo el prototipo de aplicativo móvil (ver Figura 15. Diagrama de caso de uso -propuesta), para ello ir al siguiente link y probar el prototipo figma.

Figura 15. Diagrama de caso de uso - propuesta



5. CONCLUSIONES

La variable con mayor importancia en el diagrama causal tanto en el antes y después es el impacto de la genética, ya que es una variable que no podemos tener control sobre ello, sin embargo, no quiere decir que no se puede tratar a través de las medidas de prevención, con el fin de reducir ese gran impacto negativo sobre la persona que puede o no padecer de diabetes.

- Las relaciones tanto D.P(+) como I.P(-) nos dan una vista real de cómo se comportan las variables para la evolución y prevención de la diabetes.

- Desarrollar previamente los diagramas causales nos permitió elaborar el prototipo y los casos de uso necesarios para tener una aplicación funcional.
- Como trabajo futuro, se propone realizar los diagramas de secuencia global y los modelos de descripción detalladas del aplicativo, así como el desarrollo del aplicativo funcional.
- El desarrollo de nuestro prototipo permite cubrir todas las necesidades con respecto a otras aplicaciones top con el mismo tema de interés, entre ellos los más solicitados Atención en tu hospital más cercano y Chat con un especialista.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AGUILAR PÉREZ ET AL (2017). Modelado matemático de diabetes basado en diagramas causales. Universidad de Málaga. Departamento de Sistemas y Automática.
- ÁLVARES ARREDONDO, I. (2018). Día mundial de la diabetes: ¿cuánto gastan los peruanos para tratar esta enfermedad? Día Mundial de la Diabetes: ¿Cuánto gastan los peruanos para tratar esta enfermedad? | PERU | GESTIÓN (gestion.pe) (Consultado el 2021-6-15).
- AMAT RODRIGO (2020), J. Árboles de decisión con python: regresión y clasificación. Árboles de decisión python (cienciadedatos.net) (Consultado el 2021-6-18)
- BELLOU, V., BELBASIS, L., TZOULAKI, I., & EVANGELOU, E. (2018). Risk factors for type 2 diabetes mellitus: an exposure-wide umbrella review of meta-analyses. *PloS one*, 13(3), e0194127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194127>
- BENÍTEZ, B., CASTRO, C., CASTAÑEDA-MARTÍNEZ, R. A., & ABAROA, A. (2017, September). Predicción de Diagnóstico de Diabetes Mellitus utilizando Máquinas de Soporte Vectorial en Pacientes de Baja California. In *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica* (Vol. 4, No. 1, pp. 415-418). [dx.doi.org/10.24254/CNIB.17.85](https://doi.org/10.24254/CNIB.17.85)
- CARRILLO, C., & CERDA, A. P. (2001). Genética de la diabetes mellitus tipo 2. *Investigación en salud*, 150(99), 27-34.
- GARCÍA, F., SOLÍS, J., CALDERÓN, J., LUQUE, E., NEYRA, L., MANRIQUE, H., ... & CASTILLO, O. (2007). Prevalencia de diabetes mellitus y factores de riesgo relacionados en una población urbana. *Rev Soc Peru Med Interna*, 20(3), 90-4.
- GONZÁLEZ, J. I. N., & MORALES, B. F. (2015). Comunicación, Salud y tecnología: mHealth. *Revista de comunicación y salud*, 5, 149-158.
- INEI(2019). Perú: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles, 2019. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI (2020). Perú: Factores de riesgo asociados a complicaciones por COVID - 19 ENDES 2018 - 2019.
- JAYANTHI, N., BABU, B. V., & RAO, N. S. (2017). Survey on clinical prediction models for diabetes prediction. *Journal of Big Data*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40537-017-0082-7>.
- MAYOCLINIC (2020). Diabetes de tipo 2. Diabetes de tipo 2 - Síntomas y causas - Mayo Clinic (Consultado el 2021-6-18)
- MINSAs (2011). Política nacional multisectorial de salud al 2030 "Perú, país saludable".
- MINSAs (2020). Minsa: Cuatro de cada cien peruanos mayores de 15 años padecen diabetes en el Perú. Minsa: Cuatro de cada cien peruanos mayores de 15 años padecen diabetes en el Perú | Gobierno del Perú (www.gob.pe) (Consultado el 2021-6-13).
- NAVINÉS, R., MARTÍN-SANTOS, R., OLIVÉ, V., & VALDÉS, M. (2016). Estrés laboral: implicaciones para la salud física y mental. *Med Clin (Barc)*, 146(8), 359-366.
- OPS/OMS (2018). Personas de 15 y más años con diagnóstico de Diabetes Mellitus. SIA - Sala de información y análisis en salud (paho.org) (Consultado el 2021-6-13).
- PINEDA, N., BERMÚDEZ, V., CANO, C., AMBARD, M., MENGUAL, E., MEDINA, M., ... & CANO, R. (2004). Aspectos Psicológicos y Personales en el manejo de la Diabetes Mellitus. *Archivos venezolanos de farmacología y terapéutica*, 23(1), 13-17.
- XIE, Z., NIKOLAYEVA, O., LUO, J., & LI, D. (2019). Peer reviewed: building risk prediction models for type 2 diabetes using machine learning techniques. *Preventing chronic disease*, 16. <https://dx.doi.org/10.5888/pcd16.190109>.
- SOTO, N. (2017). Tabaquismo y Diabetes. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 33(3), 222-224. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-73482017000300222>
- TRIANA CABRERA, L. E. (2017). Diseño e implementación de una Aplicación Móvil para uso de Pacientes con Problemas de Diabetes, el Mismo que Tendrá Como Soporte un Portal Web para uso de los Médicos

TRATANTES, A FIN DE ASISTIR EN EL MONITOREO, EVALUACIÓN Y CONTROL DE DIABETES MELLITUS TIPO I, DIABETES MELLITUS TIPO II Y DIABETES GESTACIONAL, ENFOCADO EN LAS ACCIONES DE PREVENCIÓN PARA EL AUTOCONTROL DE LA ENFERMEDAD DEL PACIENTE APLICANDO METODOLOGÍA

SCRUM EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE, PARA LA GESTIÓN DE PROCESOS BASADAS EN UML" (DOCTORAL DISSERTATION, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS. CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES).

UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA ACERCA DE LA MASCARILLA DESECHABLE COMO POSIBLE FUENTE DE MICRO PLÁSTICOS.

A systematic literature review of
disposable face mask as a possible
source of microplastics

 Gyanfranco Amado Vargas

 Estudiante de Ingeniería Industrial (UNMSM)

 gyanfranco.amado@unmsm.edu.pe

 Victoria Fátima Damián López

 Estudiante de Ingeniería Industrial (UNMSM)

 victoria.damian@unmsm.edu.pe

 Gino Salvatore Guerra Nizama

 Estudiante de Ingeniería Industrial (UNMSM)

 gino.guerra@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

Se hizo una revisión bibliográfica sistemática usando el Methodi Ordinatio, que consta de 9 pasos, para encontrar la composición química de las mascarillas desechables y las características de los micro plásticos, de tal manera que se pueda saber si es posible que las mascarillas desechables son una posible fuente de micro plásticos. La revisión dio como resultado 35 artículos científicos relevantes, de los cuales se llegaron a leer y analizar 17. Se encuentra que las mascarillas desechables (representados por una mascarilla desechable de grado KF94) están compuestas de 73.33 % de polipropileno, 13.77 % de polietileno, 8.27 % nylon y 4.63% de metales. Los tres primeros entran dentro de la caracterización de los micro plásticos por composición. Se concluye que las mascarillas desechables, por su composición química, son una potencial fuente de micro plásticos secundarios.

Palabras clave: bibliometría, mascarillas desechables, micro plásticos

A systematic literature review was done using the Methodi Ordinatio, which consists of nine steps, to find the chemical composition of disposable masks and the characteristics of microplastics, in such a way that it can be known whether it is possible that disposable masks are a possible source of microplastics. The review resulted in 35 relevant scientific articles, of which 17 were read and analyzed. Disposable masks (represented by a KF94 grade disposable mask) are found to be composed of 73.33% polypropylene, 13.77% polyethylene, 8.27% nylon and 4.63% metals. The first three fall within the characterization of microplastics by composition. It is concluded that disposable masks, due to their chemical composition, are a potential source of secondary microplastics.

Keywords: bibliometrics, disposable face masks, microplastics

1. INTRODUCCIÓN

Desde la detección de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) en la provincia de Hubei, China, en diciembre de 2019, y su posterior declaración como pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS), han sido múltiples y variadas las medidas que se han tomado a nivel global para controlar la difusión del virus (Rubio-Romero et al., 2020). Entre estas se encuentran el confinamiento (permanecer en casa), la restricción de viajes y el aislamiento; que han demostrado ser altamente efectivas. Sin embargo, estas disposiciones repercuten directamente en la economía de las naciones; con lo cual, los gobiernos estuvieron forzados a flexibilizar el confinamiento y optar por otras opciones como el distanciamiento social, el evitar lugares confinados, la higiene de manos y, en especial, el uso de mascarillas desechables (Aydin et al., 2020).

Sin embargo, el uso de mascarillas por toda la población no fue aplicado de manera tajante e inmediata desde los inicios de la pandemia. La OMS recomendó usar mascarillas a los grupos incluidos dentro del personal de salud, personas en contacto directo con pacientes infectados y personas sintomáticas; mientras que al resto de población se les recomendó solamente el distanciamiento social y la higiene de manos (Rubio-Romero et al., 2020). En ese sentido, la OMS, para abril del 2020, aún recomendaba que se usara mascarilla solo en caso de que se esté tomando cuidados de un paciente con COVID-19 (Rubio-Romero et al., 2020).

Debido a la necesidad creciente de mascarillas a lo largo del avance de la pandemia y la escasez de estas por cuestiones productivas, se fue optando por soluciones innovadoras y efectivas de parte de una fuerte cooperación del conocimiento médico, ingenieril e industrial (Chen et al., 2021). Soluciones tales como el uso de mascarillas de tela (recomendadas inicialmente por las autoridades sanitarias gubernamentales) o la desinfección para el reúso de las mascarillas fueron viables (Rubio-Romero et al., 2020).

La escasez generó un gran aumento en la producción de mascarillas desechables. Es así que para

junio del 2020, la producción de mascarillas desechables en China llegaba a la cantidad aproximada de 200 millones por día (Aragaw, 2020). Esta producción aumentó un 50% respecto al periodo anterior a la pandemia (Chen et al., 2021). Ya desde entonces se encontraron mascarillas desechables en las orillas de los ríos,

entornos marinos, basureros, calles, etc; lo que encendió las primeras alarmas de que estas podrían ser, potencialmente, un gran problema medio ambiental (Aragaw, 2020).

Esta producción masiva de mascarillas también ha llevado a cuestiones acerca de los pro y contra de su uso. Dentro de las claras ventajas se encuentra la reducción de probabilidad de contagio de la COVID-19, y en las contras la falta de oxigenación producto del uso prolongando de estas (Alenezi et al., 2021). Esto se ha estudiado dentro del campo de la cirugía, donde se ha comprobado que el uso de las mascarillas reduce aproximadamente en un 3% los niveles de oxigenación de los cirujanos (Scarano et al., 2021). Sin embargo, también encontramos un estudio que asegura que el uso de mascarillas en situaciones de esfuerzo físico, tales como el ejercicio, no afecta de manera considerable los niveles de oxigenación y desgaste físico en las personas (Shaw et al., 2020).

Se sabe que las mascarillas desechables están compuestas enteramente de fibras plásticas (Aragaw, 2020), conteniendo además altos porcentajes de polipropileno, polietileno, y otros materiales poliméricos tales como nylon y poliestireno (Chen et al., 2021). Estudios hechos en base al análisis espectroscópico FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy) han servido como una fuente crítica de información de los materiales poliméricos plásticos como compuestos de las mascarillas (Sullivan et al., 2021).

Durante la década de 1950 y 1960 se expandió el uso y la producción global de plásticos. Los principales motivos de dicha alza respondían a sus bajos costes, ligereza y durabilidad. Nadie imaginó que esta última cualidad representaría un reto ambiental ya que, al tardar más de un siglo en descomponerse, los plásticos representan una amenaza para nuestros océanos, la vida silvestre, los ecosistemas y la vida humana (Pham et al., 2021).

Definimos por plásticos a un subconjunto de materiales que se encuentra dentro de un grupo más grande: los polímeros, que se caracterizan por poseer una larga cadena molecular y pesos medios moleculares altos. Ambas características guardan una estrecha relación, ya que al existir una cadena molecular de tamaño considerable por su gran cantidad de enlaces carbono-carbono, su peso molecular aumenta. A su vez, el plástico posee otras propiedades como: baja densidad, impermeabilidad y resistencia a la corrosión, además de ser aislantes térmicos, acústicos y eléctricos (Pham et al., 2021).

En el año 2009, en un taller sobre "Ocurrencia, efectos y destino de los desechos marinos micro plásticos", estos últimos fueron definidos por la comunidad científica en función a su tamaño como aquellas partículas plásticas que no superan los 5 mm. Además, se establecieron rangos para diversas partículas plásticas, donde se ubicó a los macro plásticos como aquellos fragmentos que oscilan entre los 50 y 500 mm (Min et al., 2020).

Resultando de interés el origen de la fragmentación, los micro plásticos se dividen en primarios y secundarios. Los micro plásticos primarios son fabricados de manera específica y los encontramos en productos como cosméticos y artículos de limpieza. Los micro plásticos secundarios son producto de la fragmentación de desechos plásticos de mayor tamaño que, al estar expuestos a cambios físicos como las fuerzas mecánicas y cambios biológicos como la foto degradación, desgastan el plástico hasta hacerlo imperceptible a la vista humana, pero visible a través de microscopios (Min et al., 2020).

Debido a su composición, existen piezas plásticas que pueden derivar en micro plásticos. Primero, debido a la presencia de sustancias oxodegradables como el almidón, el cual se incorpora junto con el polímero en el proceso de producción. Un estudio demostró que mientras el almidón era sensible a los cambios químicos, el polímero permanecía inalterable. Segundo, las fuerzas mecánicas suelen ser las responsables de la fragmentación del polímero, pero a nivel químico conserva sus propiedades; es decir, no se desintegra. Tercero, por el rompimiento de enlaces C-H y C-C, debido al grupo funcional C-O, lo que origina la segmentación del plástico en micro plástico (Tziourrou et al., 2021).

Al derivar los plásticos en micro plásticos surge la pregunta: ¿a dónde llegan a parar dichos restos y donde son estos más abundantes? Ante ello se presenta la idea de que los micro plásticos son omnipresentes en nuestro planeta, siendo más abundantes en los océanos (Dabrowska, 2021). Esto se da porque pueden viajar a través de cuerpos de agua debido a las corrientes y los vientos, lo que les permite flotar y formar sedimentos de gran tamaño. Prueba de ello son la cuenca del río Atoyac (México), donde los micro plásticos en forma de película se han encontrado en abundancia relativamente significativa; así como la Fosa de las Marianas, el punto más profundo de nuestro planeta, donde recientemente se han detectado bolsas de plástico desechables a 10 898 m de

profundidad. Lo anterior reafirma la presencia significativa de micro plásticos en ecosistemas acuáticos (Tziourrou et al., 2021).

Pero los micro plásticos no solo se presentan en los cuerpos de agua, también tienen un impacto significativo en los seres vivos (Dabrowska, 2021). Claro ejemplo de ello son las muertes de mamíferos y aves marinas por enredo o falsa saciedad; ya que estos micro plásticos, al encontrarse en la sangre, dañan los tractos y se acumulan en la cadena trófica. Los efectos colaterales negativos de la presencia de micro plásticos se expanden a los seres humanos, donde generan obstrucción e inflamación al acumularse en los intestinos. Otro caso que salta a la vista es el de los trabajadores de textiles sintéticos, donde la tasa de mortalidad está relacionada a cáncer de esófago, estómago y pulmón (Venkataramana et al., 2021).

Sin embargo, al ser los micro plásticos una gran problemática ambiental en la actualidad, se debe mencionar que hay procesos por los cuales estas pequeñas partículas pueden degradarse. Existiendo así tres importantes mecanismos naturales de degradación a nivel molecular: la biodegradación por erosión superficial, la hidrólisis abiótica y por exposición a la radiación ultravioleta (UV) en presencia de oxígeno (Min et al., 2020). Dentro de los mecanismos de degradación artificial resalta la aplicación de enzimas como la PETasa de *Ideonella sakaiensis*, para la cual se diseñó una estrategia computacional con el fin de mejorar propiedades como la temperatura de fusión que, al incrementarse, acelera la degradación de tereftalato de etileno, plástico muy usado en envases de bebidas y textiles; pero, lo más importante, se logra la biodegradación completa de micro plásticos (Cui et al., 2021).

Aun cuando existen procesos de degradación, encontramos muchos cuerpos de plástico en nuestro planeta y esto se debe a la composición y estructura del polímero; observándose que muchos de ellos contienen antioxidantes y estabilizadores de luz que retrasan la biodegradación. No obstante, se presentan atisbos de posibles formas de foto degradación gracias a espinelas; las cuales, al ser sintetizadas por dos métodos (Co-ppt e hidrotermal), arrojaron una tasa significativa de degradación donde el polietileno perdió 12.5% de su peso en 5 horas (Venkataramana et al., 2021).

En vista que se ha comprobado que los micro plásticos tienen una repercusión negativa en los ecosistemas y la vida humana, es necesario gestionar su impacto en el medio ambiente. Se

presume que los micro plásticos en forma de película posiblemente se originan de bolsas de plástico. Por ello, algunos autores plantean la idea de centrarnos en la gestión de residuos de plásticos ya que, si estos no llegan a zonas costeras, no habría sustrato sobre el cual se dé la fragmentación y se originen micro plásticos (Tziourrou et al., 2021). Entonces, si se quiere disminuir la cantidad de micro plásticos, debemos partir de la idea de que gestionar residuos más grandes será más sencillo que gestionar residuos de menores tamaños y evitará la proliferación de partículas que son difíciles de ver a simple vista. Así, tenemos dos opciones: primero, producir plásticos más resistentes de manera que su degradación se más complicada o, segundo, que éstos posean enlaces químicos débiles que faciliten su biodegradación a través de hidrólisis abiótica (Ammendolia et al., 2021).

El objetivo general de la investigación es usar un método de revisión bibliográfica sistemática para saber si es posible que las mascarillas desechables sean una fuente de micro plásticos. Para lograr esto, nos centramos en dos objetivos específicos: uno, averiguar la composición de las mascarillas desechables y dos, caracterizar los micro plásticos.

El motivo por el que se realiza la investigación es porque el uso de mascarillas se ha vuelto omnipresente en la mayor parte del planeta y es posible que, junto con su uso, también vengan consecuencias no deseadas y poco documentadas sobre el medio ambiente. Una de las posibles consecuencias es que contribuyan a la proliferación de micro plásticos.

Se sabe también que la abundancia de información en internet puede ser abrumadora para cualquier persona que está investigando, más aún cuando recién se inicia en el tema. Las fuentes de información a menudo son ingentes, desordenadas y muchas veces contradictorias respecto al tema que despierta curiosidad. Por ello, se hace uso de un método de búsqueda bibliográfica sistemática para acceder a información confiable, relevante y necesaria para la investigación.

Al ser esta una revisión eminentemente bibliográfica, la investigación sólo llega a encontrar una posible relación entre las variables a investigar, pero no comprueba de forma experimental que las mascarillas desechables puedan degradarse a micro plásticos. Además, tampoco toma en cuenta la diversidad de mascarillas desechables; sino que, en base a un

estudio de mascarillas desechables de grado KF94 comprado en Corea del Sur, se encuentran indicios de la relación entre las variables.

2. MÉTODO

Se hizo una revisión bibliográfica sistemática usando el Methodi Ordinatio, que consta de 9 pasos: uno, establecimiento de la intención de investigación; dos, búsqueda preliminar de bases de datos con palabras claves relacionadas; tres, definición de las palabras claves, bases de datos y delimitación temporal; cuatro, búsqueda definitiva en las bases de datos; cinco, proceso de filtración y afinación del tema; seis, identificación del factor de impacto (IF), año de publicación (PublishYear) y número de citas (Ci); siete, clasificación de los artículos usando InOrdinatio (IO); ocho, localización de los textos completos; nueve, lectura sistemática y análisis de los artículos (Regiani de Campos et al., 2018).

El paso siete, además, hace uso de la siguiente ecuación (Regiani de Campos et al., 2018, p. 7):

$$\text{InOrdinatio} = \left(\frac{\text{IF}}{1000} \right) + \alpha \times (10 - (\text{ResearchYear} - \text{PublishYear})) + \sum \text{Ci}$$

Donde IF es el impact factor; α , un valor entre 1 y 10, el cual depende de la importancia que le da el investigador al año de publicación; PublishYear (RY), el año en que se está realizando la investigación; PublishYear (PY), el año en que se publicó el artículo y $\sum \text{Ci}$, cantidad de citas del artículo (Regiani de Campos et al., 2018).

3. RESULTADOS

Paso uno: establecimiento de la intención de investigación. En este estudio, la intención inicial era saber si era posible que las mascarillas desechables pudieran convertirse en una fuente de contaminantes medioambientales. Las búsquedas estuvieron basadas en las palabras "mascarillas" AND "contaminación" y sus respectivas traducciones en inglés: "face mask" AND "pollution".

Paso dos: búsqueda preliminar de bases de datos con palabras relacionadas.

Luego de definir los ejes de búsqueda y de leer algunos artículos tanto en español como en inglés, se escogieron algunas palabras clave de búsqueda: mascarillas y COVID 19, contaminación ambiental por mascarillas,

contaminación por micro plásticos, composición de las mascarillas. Y sus traducciones al inglés: face masks and COVID 19, environmental pollution by face masks, microplastics pollution, composition of face masks.

Paso tres: definición de las palabras claves, bases de datos y delimitación temporal.

Se definió como única fuente de recolección de artículos la base de datos Web of Science (WOS), debido a la gran cantidad de artículos científicos indexados en dicha página y porque la cuenta institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) proveía acceso a dicha base de datos de forma libre para todos los investigadores. Además, contaba con la información necesaria para la aplicación del Methodi Ordinatio aquí presentado.

Las palabras clave usadas fueron: "covid 19" AND "face" AND "disposable" y "microplastics" AND "physical" AND "biodegradation".

Al ser la investigación de un tema muy actual, se delimitó la búsqueda a los años 2020 y 2021.

Paso cuatro: búsqueda definitiva en las bases de datos.

La combinación de palabras "covid 19" AND "face" AND "disposable" arrojó 117 resultados, como puede comprobarse en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3FEvPGZ>, y la combinación de palabras "microplastics" AND "physical" AND "biodegradation" arrojó 41 resultados, como puede comprobarse en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3CAw4kj>.

Paso cinco: proceso de filtración y afinación del tema.

Las búsquedas fueron afinadas usando los filtros ofrecidos por la WOS. Luego de aplicar los filtros por año de publicación, categoría en la WOS, tipo de documentos y el lenguaje de búsqueda, la combinación de palabras "covid 19" AND "face" AND "disposable" arrojó 23 resultados, como puede verse en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3cyGvdF>. Por otro lado, luego de aplicarse los filtros de año de publicación, tipo de documento y lenguaje de búsqueda, la combinación de palabras "microplastics" AND "physical" AND "biodegradation" arrojó 12 resultados, como puede verse en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3HF9RFA>.

Paso seis: identificación del IF, PY y Ci.

La información necesaria para este paso fue encontrada en la WOS y luego se anotó en una hoja de cálculo del software Microsoft Office Excel (versión Office 365).

Paso siete: clasificación de los artículos usando I0.

Para este paso en concreto, a la variable α de la ecuación I0 le fue asignado un valor de 10, debido a que se considera que el año de publicación es altamente relevante. La tabla completa de los resultados se presenta a continuación.

Tabla 1. Artículo, FI, PY, Ci por orden descendente de I0.

Nº	Artículo	FI	PY	Ci	I0
1	Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario	5.553	2020	101	191
2	Ranking environmental degradation trends of plastic marine debris based on physical properties and molecular structure	14.919	2020	74	164
3	Disposable masks: Disinfection and sterilization for reuse, and non-certified manufacturing, in the face of shortages during the COVID-19 pandemic	4.877	2020	56	146
4	Microplastics in the environment: Occurrence, perils, and eradication	13.273	2021	26	139
5	Valorization of disposable COVID-19 mask through the thermo-chemical process	13.273	2021	39	139
6	An emerging source of plastic pollution: Environmental presence of plastic personal protective equipment (PPE) debris related to COVID-19 in a metropolitan city	8.071	2021	33	133
7	Computational Redesign of a PETase for Plastic Biodegradation under Ambient Condition by the GRAPE Strategy	13.084	2021	17	130

N°	Artículo	FI	PY	Ci	IO
8	Performance of fabrics for home-made masks against the spread of COVID-19 through droplets: A quantitative mechanistic study	4.567	2021	37	127
9	Global challenges in microplastics: From fundamental understanding to advanced degradations toward sustainable strategies	7.086	2021	7	114
10	An investigation into the leaching of micro and nano particles and chemical pollutants from disposable face masks - linked to the COVID-19 pandemic	11.236	2021	13	113
11	Wearing of Cloth or Disposable Surgical Face Masks has no Effect on Vigorous Exercise Performance in Healthy Individuals	3.390	2021	21	111
12	Photocatalytic degradation of polyethylene plastics by NiAl ₂ O ₄ spinels-synthesis and characterization	7.086	2021	10	110
13	A novel reusable anti-COVID-19 transparent face respirator with optimized airflow	6.302	2021	8	108
14	Protective Face Masks: Effect on the Oxygenation and Heart Rate Status of Oral Surgeons during Surgery	3.390	2021	8	108
15	Microplastics formation based on degradation characteristics of beached plastic bags	5.553	2021	2	108
16	A roadmap for a Plastisphere	5.553	2021	2	108
17	Used disposable face masks are significant sources of microplastics to environment	8.071	2021	6	106
18	Uncovering the release of micro/nanoplastics from disposable face masks at times of COVID-19	10.588	2021	5	105
19	Filtration efficiency, breathability, and reusability of improvised materials for face masks	2.908	2021	5	105
20	Reusable Face Masks as Alternative for Disposable Medical Masks: Factors that Affect their Wear-Comfort	3.390	2020	14	104
21	Face masks as a source of nanoplastics and microplastics in the environment: Quantification, characterization, and potential for bioaccumulation	8.071	2021	2	102
22	Hazard profiling of compostable shopping bags. Towards an ecological risk assessment of littering	5.030	2021	1	101
23	Characterization of littered face masks in the southeastern part of Turkey	4.223	2021	1	101
24	Evaluating the Environmental Impacts of Personal Protective Equipment Use by the General Population during the COVID-19 Pandemic: A Case Study of Lombardy (Northern Italy)	-	2021	1	101
25	The reuse of disposable COVID-19 surgical masks as a nitrogen-enrichment agent and structure promotor for a wild plant-derived sorbent	6.064	2021	0	100
26	COVID-19 disposable face masks: a precursor for synthesis of valuable bioproducts	4.223	2021	0	100
27	Use of Respiratory Protection Devices by Medical Students during the COVID-19 Pandemic	3.390	2021	0	100
28	COVID-19 in Switzerland and Liechtenstein: A Cross-Sectional Survey among Dentists' Awareness, Protective Measures and Economic Effects	3.390	2020	10	100

29	Essential Work in the US during COVID-19: Navigating Vulnerability-Sustainability Tensions	3.251	2021	0	100
30	Aerosol Filtration Testing of Fabrics for Development of Reusable Face Masks	3.063	2021	0	100
31	Behavioural Mechanisms of Microplastic Pollutants in Marine Ecosystem: Challenges and Remediation Measurements	2.520	2021	0	100
32	Biodegradable plastics: Green hope or greenwashing?	5.553	2020	6	96
33	Tailoring Biodegradability of Poly(Butylene Succinate)/Poly(Lactic Acid) Blends With a Deep Eutectic Solvent	3.515	2020	4	94
34	Addressing COVID-19 Spread: Development of Reliable Testing System for Mask Reuse	3.063	2020	3	93
35	Composting Of Starch-Based Bioplastic Bags: Small Scale Test Of Degradation And Size Reduction Trend	-	2020	0	90

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los guiones en la columna FI representan valores no encontrados en la WOS.

Paso ocho: localización de los textos completos.

Para la localización de los artículos científicos completos se usó la WOS para los artículos que tenían acceso abierto y el sitio web SCI-HUB para los restantes. Además, para centralizar los datos se usó el gestor bibliográfico Zotero.

Paso nueve: lectura sistemática y análisis de los artículos.

Una vez leídos los resúmenes (abstracts) de cada artículo y evaluada la relevancia que podrían tener en la investigación, se quitaron la mitad de los artículos listados anteriormente por criterio particular de los investigadores.

De la lectura completa de los artículos restantes se encontró que los artículos 4 y 5 de la Tabla 1 nos daban la información que necesitamos.

El artículo 4 nos permite caracterizar los micro plásticos, con lo que se cumple nuestro objetivo específico número dos.

Tabla 2. Diferentes fuentes, composiciones, formas y características de varios tipos de micro plásticos.

Tipos y características de micro plásticos	
Micro plásticos primarios	Fuente (fabricado deliberadamente): pellets de preproducción, chorro de aire, plásticos granulados, micro perlas para cosmético y personal productos para el cuidado (exfoliante, pasta dental).
Micro plásticos secundarios	Fuente (degradación de macro plásticos): fragmentación, meteorización, fotólisis, desintegración microbiana de redes de pesca, textiles, descarga urbana, y tratamiento de aguas residuales, efluente de la planta.
Composición	Polietileno, poliestireno, acrílico, poliamida, nylon, poliéster, polipropileno, poliéster, acrílico.
Forma y morfología	Fibras, láminas, películas, hoja, espumas, fragmentos, gránulos, micro perlas, esferas, principalmente irregular forma.
Fuente de contacto con los seres vivos	Marinos, lagos, terrestre, atmosférico, tierra agrícola, polvo de interior, mariscos, agua potable, tratamiento de aguas residuales descarga de la planta.

Fuente: Adaptado de "Microplastics in the environment: Occurrence, perils, and eradication" (Sharma et al., 2021, p. 4).

El artículo 5 nos permite saber la composición de las mascarillas desechables, con lo que se cumple nuestro primer objetivo específico.

Tabla 3. Composición química de las mascarillas desechables.

Partes	Composición química	Porcentaje en masa
Filtro de las capas 1, 3 y 4	Polipropileno	73.33%
Filtro de la capa 2	Poliétileno	13.77%
Correa de la oreja	Nylon	8.27%
Marco de la nariz	Metales	4.63%

Fuente: Traducido de "Valorization of disposable COVID-19 mask through the thermo-chemical process" (Jung et al., 2021, p. 4).

4. DISCUSIÓN

De la Tabla 2 y Tabla 3 se desprende que las mascarillas desechables pueden ser una fuente de micro plásticos secundarios por su tamaño y composición química. Las mascarillas entran por definición dentro de la categoría de macro plásticos debido a su tamaño; sin embargo, pueden convertirse en micro plásticos secundarios a causa de la degradación. Una mascarilla desechable está compuesta químicamente por polipropileno, polietileno y nylon; como puede apreciarse en la Tabla 3. Por ello, entra dentro de la composición de los micro plásticos ofrecida en la Tabla 2. Es posible que las mascarillas desechables también puedan cumplir con algunas características de forma y morfología de la Tabla 2, pero se hace necesario una caracterización adecuada para estudiarlo.

Ya existen hallazgos que indican que una mascarilla quirúrgica tiene polipropileno (Aragaw, 2020), sin ahondar en el porcentaje de este material dentro de la misma. Existen también estudios que sospechan un problema potencial y, sin profundizar en él, ofrecen alternativas como la desinfección o el uso de mascarillas de tela hechas en casa (Aydin et al., 2020; Rubio-Romero et al., 2020). Pero ninguno de ellos ofrece una caracterización necesaria de las variables de estudio de manera que se pueda profundizar en los procesos y mecanismos que pueden llevar a las mascarillas desechables a ser una fuente de micro plásticos, como lo hace el presente artículo.

Adicionalmente, la investigación presenta un método de revisión bibliográfica sistemática fácilmente replicable que brinda al investigador

una herramienta efectiva para armar un portafolio bibliográfico que le brinde información confiable, relevante y necesaria.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las mascarillas desechables, por su composición química, son una potencial fuente de micro plásticos secundarios. Esto porque, al averiguar la composición de las mascarillas desechables, se encuentra que cumplen, luego de un proceso de degradación, con la caracterización de los micro plásticos.

De esta forma, estudios posteriores podrían ahondar sobre los procesos físicos o químicos que permiten la degradación de las mascarillas desechables a micro plásticos. También se puede estudiarla forma en la que estas mascarillas llegan a los lugares en que es muy posible que terminen por degradarse en micro plásticos. Además, también permite ahondar sobre el estudio del tratamiento de las mascarillas desechables de tal manera que no se conviertan en una fuente de micro plásticos.

6. AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, por acompañarnos en cada paso de nuestra vida universitaria.

A nuestra alma máter, por permitir desarrollarnos dentro de la investigación académica.

Y al Dr. Oscar Rafael Tinoco Gómez; por fomentar, en nuestro entorno académico inmediato, a llevar a cabo esta investigación.

- ALENEZI, H., CAM, M., & EDIRISINGHE, M. (2021). A novel reusable anti-COVID-19 transparent face respirator with optimized airflow. *BIO-DESIGN AND MANUFACTURING*, 4(1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s42242-020-00097-1>
- AMMENDOLIA, J., SATURNO, J., BROOKS, A. L., JACOBS, S., & JAMBECK, J. R. (2021). An emerging source of plastic pollution: Environmental presence of plastic personal protective equipment (PPE) debris related to COVID-19 in a metropolitan city. *Environmental Pollution*, 269, 116160. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116160>
- ARAGAW, T. A. (2020). Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario. *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111517. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111517>
- AYDIN, O., EMON, B., CHENG, S., HONG, L., CHAMORRO, L. P., & SAIF, M. T. A. (2020). Performance of fabrics for home-made masks against the spread of COVID-19 through droplets: A quantitative mechanistic study. *Extreme Mechanics Letters*, 40, 100924. <https://doi.org/10.1016/j.eml.2020.100924>
- CHEN, X., CHEN, X., LIU, Q., ZHAO, Q., XIONG, X., & WU, C. (2021). Used disposable face masks are significant sources of microplastics to environment. *ENVIRONMENTAL POLLUTION*, 285. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117485>
- CUI, Y., CHEN, Y., LIU, X., DONG, S., TIAN, Y., QIAO, Y., MITRA, R., HAN, J., LI, C., HAN, X., LIU, W., CHEN, Q., WEI, W., WANG, X., DU, W., TANG, S., XIANG, H., LIU, H., LIANG, Y., ... WU, B. (2021). Computational Redesign of a PETase for Plastic Biodegradation under Ambient Condition by the GRAPE Strategy. *ACS CATALYSIS*, 11(3), 1340-1350. <https://doi.org/10.1021/acscatal.0c05126>
- DABROWSKA, A. (2021). A roadmap for a Plastisphere. *MARINE POLLUTION BULLETIN*, 167. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112322>
- JUNG, S., LEE, S., DOU, X., & KWON, E. E. (2021). Valorization of disposable COVID-19 mask through the thermo-chemical process. *Chemical Engineering Journal*, 405, 126658. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126658>
- MIN, K., CUIFFI, J., & MATHERS, R. (2020). Ranking environmental degradation trends of plastic marine debris based on physical properties and molecular structure. *NATURE COMMUNICATIONS*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14538-z>
- PHAM, T., DO, H., THI, L., SINGH, P., RAIZADA, P., WU, J., & NGUYEN, V. (2021). Global challenges in microplastics: From fundamental understanding to advanced degradations toward sustainable strategies. *CHEMOSPHERE*, 267. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129275>
- REGIANI DE CAMPOS, E. A., PAGANI, R. N., RESENDE, L. M., & PONTES, J. (2018). Construction and qualitative assessment of a bibliographic portfolio using the methodology *Methodi Ordinatio*. *Scientometrics*, 116(2), 815-842. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2798-3>
- RUBIO-ROMERO, J. C., PARDO-FERREIRA, M. DEL C., TORRECILLA-GARCÍA, J. A., & CALERO-CASTRO, S. (2020). Disposable masks: Disinfection and sterilization for reuse, and non-certified manufacturing, in the face of shortages during the COVID-19 pandemic. *Safety Science*, 129, 104830. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104830>
- SCARANO, A., INCHINGOLO, F., RAPONE, B., FESTA, F., TARI, S., & LORUSSO, F. (2021). Protective Face Masks: Effect on the Oxygenation and Heart Rate Status of Oral Surgeons during Surgery. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph18052363>
- SHARMA, S., BASU, S., SHETTI, N. P., NADAGOUDA, M. N., & AMINABHAVI, T. M. (2021). Microplastics in the environment: Occurrence, perils, and eradication. *Chemical Engineering Journal*, 408, 127317. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.127317>

- SHAW, K., BUTCHER, S., KO, J., ZELLO, G., & CHILIBECK, P. (2020). Wearing of Cloth or Disposable Surgical Face Masks has no Effect on Vigorous Exercise Performance in Healthy Individuals. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH*, 17(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph17218110>
- SULLIVAN, G., DELGADO-GALLARDO, J., WATSON, T., & SARP, S. (2021). An investigation into the leaching of micro and nano particles and chemical pollutants from disposable face masks—Linked to the COVID-19 pandemic. *WATER RESEARCH*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117033>
- TZIOURROU, P., KORDELLA, S., ARDALI, Y., PAPTAEODOROU, G., & KARAPANAGIOTI, H. (2021). Microplastics formation based on degradation characteristics of beached plastic bags. *MARINE POLLUTION BULLETIN*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112470>
- VENKATARAMANA, C., BOTSIA, S., SHYAMALA, P., & MURALIKRISHNA, R. (2021). Photocatalytic degradation of polyethylene plastics by NiAl₂O₄ spinels-synthesis and characterization. *CHEMOSPHERE*, 265. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129021>

MODELO DE PROCESO PARA EL INCREMENTO DE LA VEGETACIÓN A PARTIR DE BIOFERTILIZANTES PRODUCIDOS POR RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LAS FAMILIAS EN EL CONJUNTO RESIDENCIAL "PARQUES DEL CALLAO" EN BELLAVISTA, CALLAO, PERÚ

PROCESS MODEL FOR VEGETATION INCREASE WITH BIOFERTILIZERS PRODUCED BY ORGANIC WASTE GENERATED BY FAMILIES IN "PARQUES DEL CALLAO" RESIDENTIAL COMPLEX IN BELLAVISTA, CALLAO, PERÚ

 Ernesto Che Lucio
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 ernesto.che@unmsm.edu.pe

 Sergio Apaza Yanapa
 Universidad Nacional de Trujillo
 sergio.apaza1@unmsm.edu.pe

 Luis Loyola Lavado
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 luis.loyola4@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

Dada la gran cantidad de desechos orgánicos que se generan, se plantea una gestión de estos, para incrementar la vegetación a partir de biofertilizantes producidos por un biodigestor, cuya elaboración la realizan las familias en el conjunto residencial "Parques del Callao" en Bellavista, Callao, Perú; con el objetivo, de procesar sus propios residuos orgánicos; asimismo se medirá el aumento de vegetación, debido al uso de bioabono a través de formularios a los residentes. En cuanto a la metodología de la investigación, esta se restringió a un modelo de investigación aplicada tecnológica, empleando un diseño práctico y un muestreo probabilístico a 240 familias. Los resultados revelaron que el uso de biofertilizantes incrementa la vegetación en el conjunto residencial evaluado.

Palabras clave: Biodigestor, Biofertilizante, Desechos Orgánicos, Conjunto Residencial, Vegetación

Given the large amount of organic waste that is generated, a management of this waste is proposed to increase vegetation using biofertilizers produced by a biodigester, which is made by the families in residential complex "Parques del Callao" in Bellavista, Callao, Peru; with the aim of processing their own organic waste; the increase in vegetation due to the use of biofertilizers will also be measured by means of forms to be filled in by the residents. The research methodology was restricted to an applied technological research model, using a practical design and a probability sampling of 240 families. The results revealed that the use of biofertilizers increases vegetation in the residential complex evaluated.

Keywords: Biodigester, Biofertilizer, Organic Waste, Residential Complex, Vegetation

1. INTRODUCCIÓN

Conforme avanza el tiempo la cantidad de residuos domiciliarios es cada vez mayor, a partir del año 2000, 2.9 millones de personas residentes en ciudades han producido mas de 3 millones de toneladas por día y se espera que para el año 2025 esta cantidad se incremente al doble (Hoorweg et al., 2013). Estos residuos casi en su totalidad no llegan a tener una gestión de aprovechamiento, lo que usualmente pasa es que los recogedores municipales se lo llevan a los vertederos o rellenos sanitarios. En consecuencia, debido a la degradación de los residuos, contamina los suelos y emana gases de efecto invernadero (GEI). Una forma de mitigar los efectos del GEI es mediante el aumento de la vegetación.

El Perú en cuanto a aprovechamiento de residuos no tiene una buena gestión, basta ver las tasas de reciclaje para darse cuenta. Solo se recicla 1.9% de residuos domiciliarios, que comparado con el promedio latinoamericano de 4.5% es una tasa muy baja (MINAM, 2018), y en cuanto a vegetación urbana entre Lima y Callao solo cuentan con 3.1 m² de áreas verdes por habitante (Vamos, L. C., 2014), una cifra muy inferior con lo recomendado por la OMS de un mínimo de 9 m².

Para analizar los problemas de bajo aprovechamiento de residuos y escasa vegetación, se escogió el conjunto residencial "Parques del Callao" en Bellavista, Callao. El cual no es ajeno a los problemas mencionados y dada la gran cantidad de familias que residen en este espacio, el estudio podría ser extrapolado a otros conjuntos residenciales.

Para elaborar el modelo que contemple toda la problemática, fue necesario la revisión de antecedentes, uno de ellos es un estudio de viabilidad utilizando el método TRIZ en la construcción de biodigestores caseros. Los biodigestores serán parte importante para la construcción del modelo, ya que será el que procesará los residuos domiciliarios y los convertirá en biogás y biofertilizante, con los cuales se buscará ver cómo influye en la economía y en la disposición a incrementar la cantidad de plantas en su conjunto residencial. Además, para tener un mejor dimensionamiento del modelo, con los datos obtenidos de las encuestas realizadas podremos conocer las percepciones de los residentes y datos que nos ayudaran en las pruebas de hipótesis, de acuerdo con esto se podrá determinar si es factible en un futuro implementar el modelo planteado en esta investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Potencial de generación de residuos orgánicos domiciliarios en la zona urbana del Callao, Lima – Perú

El potencial de generación de residuos domésticos está directamente relacionado con la cantidad de habitantes del Callao. Según el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del Callao (PIGARS), para el 2015 se estimó un promedio de 608.658 toneladas/día de residuos generados a nivel de la Provincia Constitucional, equivalente a una generación Per Cápita de 0.60 kg/habitante al día (Tabla 1).

Tabla 1. Número de habitantes por distritos y generación de residuos sólidos en la región Callao

DISTRITO	Población		Año 2015	
	(Hab.)		Generación Per Cápita	Generación Domiciliaria
	2007	2015	(Kg/hab /día)	(Tn/día)
Callao	415888	406889	0.58	235.995
Bellavista	75163	71833	0.52*	37.353
Carmen de la Lengua Reynoso	41863	41100	0.64	26.304
La Perla	61698	58817	0.59	34.702
La Punta	4370	3392	0.65	2.205
Ventanilla	277895	372899	0.63	234.926
Mi Perú		59005	0.63**	37.173
Total Provincial	876877	1013935	0.6	608.658

*Dato GPC Bellavista ECRS 2014 = 0.51, para el 2015 se proyectó con el 1% más por año **No hay datos (Se toma el dato GCP del distrito de Ventanilla 0.63)

Nota: Datos obtenidos de Actualización del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del Callao - PIGARS (2016), Municipalidad Provincial del Callao.

Además, de la composición de estos residuos, se deduce el alto potencial de aprovechamiento, ya que los residuos constituidos por materia orgánica vienen representando el 57.34% según el PIGARS, 2016 (Tabla 2)

Tabla 2. Composición de los residuos sólidos domiciliarios potencialmente reciclables

Tipo de Residuos	Contenido %
Materia Orgánica	57.34
Papeles, cartón y Tetrapak	9.08
Plásticos PET, plástico Duro y bolsas	11.23
Vidrios	2.18
Metal	1.68
Total	81.51

Nota: Datos obtenidos de Actualización del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del Callao - PIGARS (2016), Municipalidad Provincial del Callao.

1. Biodigestores

Un biodigestor es un contenedor cerrado herméticamente que almacena residuos orgánicos de origen vegetal o animal. Microorganismos presentes en estos desechos pueden producir una fermentación anaeróbica, de la cual se puede obtener energía. Los componentes de este biodigestor son los siguientes

Cámara de carga: Lugar de depósito donde se almacena la materia orgánica.

Reactor: Donde se descomponen los desechos. Está conectado a las cámaras de carga y de descarga.

Cámara de descarga: Situada en la parte inferior respecto a la cámara de carga. Además, ingresa los residuos obtenidos del reactor.

Cubierta de plástico: Sirve para impedir que el aire ingrese al interior y evitar que el gas producido se escape.

Tubería: Dirige el gas producido por el reactor. Tiene integrada una válvula de seguridad que no permite que la presión interna de la cubierta plástica exceda los niveles permitidos.

Llave de paso: Controla la salida de gas.

Entre las ventajas se encuentra la posibilidad de optimizar el material orgánico que se utiliza, dado que se captan todos los productos y subproductos generados por la degradación, de esta manera existe poca pérdida de elementos nutritivos, hecho que no pasa en la degradación aeróbica. Por otro lado, respecto a sus desventajas se sabe que el producto de este proceso se encuentra en estado líquido. También que al aplicarse de manera líquida en suelos que son permeables existe pérdida por lixiviación de algunos de sus componentes (Soria et al., 2001)

Además, existen ciertos tipos de biodigestores según el tipo de operación, los cuales son los siguientes:

Flujo continuo: Son aquellos que reciben su carga a través de una bomba y mantiene un carga de forma regular (Reinaldo et al., 2010)

Flujo semicontinuo: Son aquellos que reciben una cantidad fija de materia prima y arrojan la misma cantidad al efluente (Reinaldo et al., 2010).

Flujo discontinuo o estacionario: Son aquellos que solo reciben una vez la carga y según el tiempo que se tiene se vacían completamente (Reinaldo et al., 2010)

2. Biofertilizante

Son productos formados por microorganismos que resultan en beneficio del suelo, especialmente a las bacterias y hongos que viven en relación simbiótica con las plantas, ayudándolas tanto en su nutrición y crecimiento. Dichos microorganismos cumplen funciones como la de fijar el nitrógeno atmosférico libremente en el suelo, proporcionarles a las plantas nutrientes para así poder completar su ciclo productivo, producir fitohormonas (favoreciendo el enraizamiento y desarrollo de plantas).

Respecto a su producción, el fertilizante se obtiene de un largo proceso de fermentación anaeróbica. La velocidad de producción está directamente relacionada con la tasa de crecimiento de los microorganismos involucrados en la preparación, lo que a su vez es directamente proporcional al aumento de la temperatura

Ahora, realizando una comparación con los fertilizantes tradicionales, la principal diferencia entre ambos tipos de fertilizantes radica en las consecuencias negativas en el suelo que los fertilizantes tradicionales generan. Por otro lado, los biofertilizantes mejoran las propiedades de los cultivos y no resultan perjudiciales para el suelo. También se encuentran las siguientes ventajas de los biofertilizantes respecto a los fertilizantes tradicionales:

1. Los residuos que dejan no presentan toxicidad
2. El costo tomado por hectárea es muy bajo
3. Se logra un mejor estado del cultivo
4. Mejoran la fertilidad del suelo en el cual se aplica
5. Protege más a los cultivos siendo menos vulnerables a plagas y enfermedades

3. METODOLOGÍA

La investigación se circunscribe dentro del tipo aplicada, con un nivel explicativo. La población estuvo constituida por los 240 hogares que forman parte del conjunto residencial "Parques del Callao" de Bellavista, Callao, Perú.

Posterior a la aplicación de la fórmula para determinar el tamaño de la muestra, se obtuvo con un nivel de confianza del 95% un total de 57 familias.

Con la finalidad de obtener la información adecuada a través de la encuesta, se tomó como indicadores a la cantidad de biofertilizante, el incremento de la vegetación en el conjunto residencial, la reducción de gases de efecto invernadero y la predilección al cultivo casero. Para la cual se formularon 10 preguntas en la encuesta que fue enviada mediante formulario por internet a cada representante de las 57 familias que fueron tomadas como muestra.

Para la solución de la problemática se optó por realizar una división en 4 fases:

1. Diseñar: Donde se realizó la medición del área de instalación del biodigestor tomando en cuenta la cantidad promedio de residuos orgánicos generada por familia.
2. Recolectar: Se recolectaron los residuos orgánicos acumulados por cada familia aproximadamente durante 5 a 10 días. Posteriormente fueron depositados al biodigestor.
3. Producir: Se obtuvo el biogás y biofertilizante, este generó aproximadamente 0.35 kg de abono por 1 kg de residuos orgánicos suministrados.
4. Aplicar: En esta última fase se da la aplicación de lo generado en la fase anterior, el cultivo de las plantas con el biofertilizante generado y el uso del biogás como alternativa al gas doméstico.

A partir del cultivo de plantas realizados, estas a largo plazo podrán ser usadas para consumo y volverán a generar residuos orgánicos, los cuales serán suministrados nuevamente al biodigestor y volver al modelo de proceso.

4. RESULTADOS

4.1. Prueba de la hipótesis específica 1

"El uso de biofertilizantes y biogás reduce los gastos en fertilizantes y gas doméstico en el conjunto residencial "Parques del Callao" en Bellavista, Callao, Perú."

4.1.1 Biogás

La cantidad de desechos orgánicos generados por las familias según el número de personas-mes es 9.5 Kg, el costo por m³ de gas natural en el conjunto residencial "Parques del Callao" es S/1.5, además basándose en la literatura permitirá calcular el valor estimativo de biogás generado por el biodigestor. Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Producción mensual de biogás por la cantidad de integrantes de una familia.

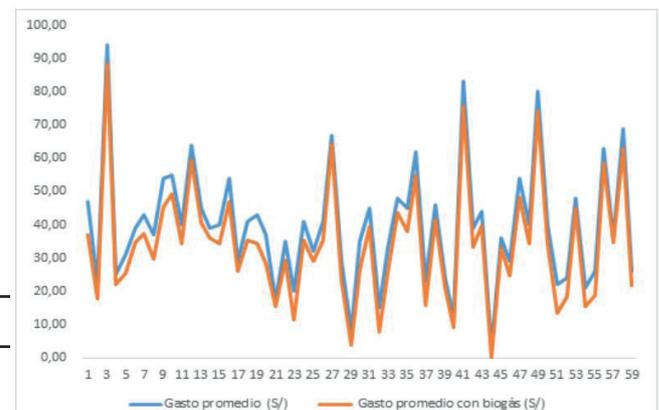
Numero de personas por familia	Residuo orgánicos (Kg/familia)	Biogás (m ³ /Kg)	Blogas (m ³)	Cpstps (S/)
1	9.5	0.1	0.95	1.43
2	19	0.1	1.9	2.85
3	28.5	0.1	2.85	4.28
4	38	0.1	3.8	5.70
5	47.5	0.1	4.75	7.13
6	57	0.1	5.7	8.55
7	66.5	0.1	6.65	9.98

4.1.2 Cálculos estadísticos:

En la siguiente figura se muestra el gasto promedio, en gas natural, de las familias en el conjunto residencial "Parques del Callao" en Bellavista, Callao, Perú; comparado con el gasto promedio de dichas familias si utilizarasen el gas proveniente del biodigestor; para ello se emplea el Costo, resultados de la tabla 3. Donde:

- Gasto promedio con biogás = Gasto promedio - Costo

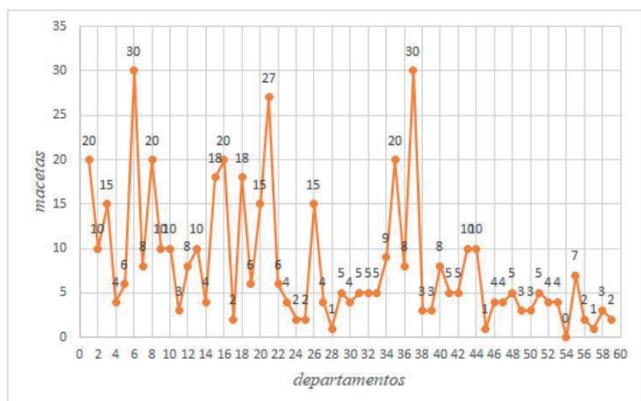
Figura 1. Comparación de gastos en gas doméstico



4.1.3 Biofertilizante

Para realizar esta prueba se les preguntó a los residentes la cantidad de plantas(macetas) que estarían dispuestos a tener, con ello obtuvimos los siguientes resultados (ver Figura 2)

Figura 2. Cantidad de macetas por departamento



A partir de los datos de las encuestas, se determina los gastos de biofertilizante con y sin biodigestor por departamento, tomando en cuenta la cantidad de macetas que desea tener en su departamento. Se utiliza como dato estándar para los siguientes cálculos, que una planta aproximadamente necesita dos puñados de fertilizante (80 gramo aprox.) y tomando los precios promedio de fertilizantes artificiales comunes.

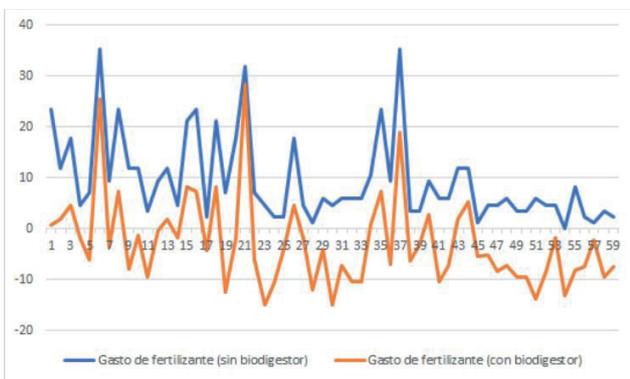
Tabla 4. Gastos en biofertilizante con y sin biodigestor

Encuesta	Gasto en fertilizante sin biodigestor (S/)	Gasto en fertilizante con biodigestor (S/.)
1	23.584	0.712433333
2	11.792	1.9899
3	17.688	4.6185333333
4	4.7168	-1.8179333333
5	7.0752	-5.994266667
6	33.376	25.5739
7	9.4336	-3.635866667
8	23.584	7.247166667
9	11.792	-7.8122
10	11.792	-1.277466667
11	3.5376	-9.531866667
12	9.4336	-0.3685

13	11.792	1.9899
14	4.7168	-1.817933333
15	21.2256	8.156133333
16	23.584	7.247166667
17	2.3584	-4.176333333
18	21.2256	8.156133333
19	7.0752	-12.529
20	17.688	-1.9162
21	31.8384	28.57103333
22	7.0752	-5.994266667
23	4.7168	-14.8874
24	2.3584	-10.71106667
25	2.3584	-4.176333333
26	17.688	4.618533333
27	4.7168	-1.817933333
28	1.1792	-11.89026667
29	5.896	-3.9061
30	4.7168	-14.8874
31	5.896	-7.173466667
32	5.896	-10.44083333
33	5.896	-10.44083333
34	10.6128	0.8107
35	23.584	7.247166667
36	9.4336	-6.903233333
37	33.376	19.03916667
38	3.5376	-6.2645
39	3.5376	-2.997133333
40	9.4336	2.898866667
41	5.896	-10.44083333
42	5.896	-7.173466667
43	11.792	1.9899
44	11.792	5.257266667
45	11.792	-5.355533333
46	4.7168	-5.0853
47	4.7168	-8.352666667
48	5.896	-7.173466667
49	3.5376	-9.531866667
50	3.5376	-9.531866667

51	5.896	-13.7082
52	4.7168	-8.352666667
53	4.7168	-1.817933333
54	0	-13.06946667
55	8.2544	-8.082433333
56	2.3584	-7.4437
57	1.1792	-2.088166667
58	3.5376	-9.531866667
59	2.3584	-7.4437

Figura 3. Comparación de gastos en biofertilizante con y sin biodigestor



Los valores negativos en el cuadro prueban el ahorro de dinero que se generaría en cada departamento al emplearse el biodigestor, por ejemplo, el encuestado 4 genera un ahorro de S/1.80.

4.2. Prueba de la hipótesis específica 2

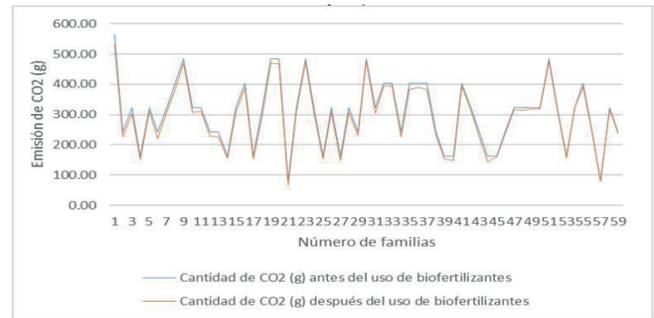
“El uso de biofertilizantes reduce la proporción de CO2 en el ambiente al aprovechar los residuos orgánicos en el conjunto residencial “Parques del Callao” en Bellavista, Callao, Perú.”

Según el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del Callao (PIGARS), el 57.34% de la generación de residuos sólidos en la región del Callao, pertenece a los residuos orgánicos; por ello, para calcular los datos de la cantidad de CO2 total anual emitida por los residuos orgánicos según el número de integrantes por cada familia antes del uso de biofertilizantes, se multiplicó la Generación Per Cápita (Kg/hab/día) del distrito de Bellavista, el número de integrantes por familia, número de días que tiene un año y cantidad de CO2 aproximada que se genera por día por cada habitante (Figura 1).

Para obtener los datos de la cantidad de gramos de CO2 que absorbería las plantas anualmente

con el uso de biofertilizante obtenido a partir de un biodigestor se multiplicó 1.590 g, cantidad de CO2 que absorbe una planta según una Investigación sobre la absorción de CO2 por los cultivos más representativos, con el número de plantas que desea tener cada familia.

Figura 4. Evaluación de la cantidad de CO2 emitida antes y después del uso de biofertilizantes



4.3. Hipótesis específica 3

“La obtención de biofertilizantes incentiva al cultivo de plantas en el conjunto residencial “Parques del Callao” en Bellavista, Callao- Perú.”

Se evaluaron las respuestas registradas en la encuesta realizada a las familias en el conjunto residencial. En dicha encuesta se les preguntó sobre el número de plantas (masetas) con las que contaban en su hogar. Posteriormente, se les brindó toda la información con los beneficios del biofertilizante a partir de los biodigestores. Además, se incluye un breve guía para los cuidados de distintas plantas que se cultivaran. Una vez brindada la información, se procedió a realizar la pregunta acerca de cuántas plantas estaría dispuesto a cultivar luego de haber leído la breve guía que se brindó. Estos datos se muestran en el siguiente gráfico:

Figura 5. Evaluación de la cantidad de plantas que poseen y están dispuestos a tener los residentes.



4.4. Discusión

4.4.1 Hipótesis específica 1

Se presenta la comparación entre los gastos en los fertilizantes y gas doméstico sin utilizar el biodigestor y después del posible uso del biodigestor (ver figura 1 y figura 2) para el total de las familias que representan la muestra poblacional (59 familias).

Por tanto, el uso de biofertilizantes y biogás reduce los gastos en fertilizantes y gas doméstico en el conjunto residencial "Parques del Callao" en Bellavista, Callao, Perú."

4.4.2 Hipótesis específica 2

Del gráfico mostrado en la Figura 2 se recopilaron datos de la cantidad de CO2 emitido por los residuos orgánicos en cada familia y la cantidad de CO2 absorbido por las plantas haciendo uso del biofertilizante.

El tamaño de la muestra fue de 59 familias, entre ellas 58 respondieron estar dispuestos a aumentar la cantidad de plantas después de conocer el biodigestor y los beneficios del biofertilizante generado.

Por ello, la gráfica muestra una reducción en la cantidad de CO2 en el aire haciendo uso de los residuos orgánicos con la finalidad de generar biofertilizantes a partir de este.

Se debe interpretar los resultados, contrastarlos con antecedentes y resaltando los aportes logrados.

4.4.3 Hipótesis específica 3

Existe un incremento de la motivación para aumentar la cantidad de plantas en su departamento luego de conocer los beneficios del biodigestor en el conjunto residencial "Parques del Callao" en Bellavista, Callao-Perú, esto a un nivel de confianza del 95%.

el uso del gas proporcionada por el biodigestor, con el gasto promedio en gas con biodigestor. y se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla 6: Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Muestra	Número de pruebas	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Diferencia	59	1770.00	0.000

El valor de p que se obtuvo es 0,00 ($p < 0,05$), por lo que se rechazó la H_0 y se aceptó la H_a ; es decir, el uso de gas obtenido del biodigestor reduce los gastos en las familias del conjunto residencial "Parques del Callao".

5.1.2 Prueba de hipótesis 1 (biofertilizantes)

Para ello se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : No existe diferencia entre el gasto en fertilizante sin el uso del biofertilizante proporcionado por el biodigestor con el gasto en fertilizante con biodigestor.

H_a : Existe diferencia entre el gasto en fertilizante sin el uso del biofertilizante proporcionado por el biodigestor con el gasto en fertilizante con biodigestor.

Se realizó la Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, con los datos de gastos sin y con biodigestor. Los datos que se obtuvieron empleando el software de Minitab, con un nivel de confianza del 95% fueron los siguientes:

Tabla 5 Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \eta \neq 0$

Muestra	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	Valor p
C1	59	1770.00	0.000

Del análisis estadístico realizado (ver Tabla 3), el valor de la probabilidad p es menor que 0.5, por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a . Entonces, existe suficiente data estadística para afirmar que existe diferencia entre el gasto en fertilizante sin biodigestor, con el gasto de fertilizante con biodigestor.

5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.1. Hipótesis específica 1

5.1.1 Prueba de hipótesis 1 (biogás)

Se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, con un nivel de confianza del 95%, para ello se plantaron las siguientes: H_0 : No existe diferencia entre el gasto promedio sin el uso del gas proporcionada por el biodigestor, con el gasto promedio en gas con biodigestor, H_a : Existe diferencia entre el gasto promedio sin

5.2. Hipótesis específica 2

Se realizó la Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, con los datos de la cantidad de CO2 y emitido antes y después del uso de (ver Tabla 2). Para ello se plantearon las siguientes hipótesis: Ho: El uso de biofertilizantes no reduce la proporción de CO2 en el ambiente al aprovechar los residuos orgánicos en el conjunto residencial "Parques del Callao". Ha: El uso de biofertilizantes reduce la proporción de CO2 en el ambiente al aprovechar los residuos orgánicos en el conjunto residencial "Parques del Callao".

Tabla 7 Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Muestra	Número de pruebas	Estadística de Wilcoxon	Valor p
Diferencia	59	1770.00	0.000

Como el valor p se obtuvo un valor $p < 0,05$, por lo que se rechazó la Ho y se aceptó la Ha; es decir, el uso de biofertilizantes reduce la proporción de CO2 en el ambiente al aprovechar los residuos orgánicos en el conjunto residencial "Parques del Callao".

5.3. Hipótesis específica 3

5.3.1 Planteamiento de la hipótesis:

Hipótesis nula (Ho): No existe un incremento de la motivación para aumentar la cantidad de plantas en su departamento luego de conocer los beneficios del biodigestor.

Hipótesis alternativa (Ha): Existe un incremento de la motivación para aumentar la cantidad de plantas en su departamento luego de conocer los beneficios del biodigestor.

5.3.2 Nivel de significancia

Para todo valor de probabilidad igual o menos que 0.05, se rechaza Ho y se acepta Ha Zona de rechazo

Para todo valor de probabilidad mayor o igual que 0.05, no se rechaza la Ho y se rechaza Ha.

5.4. Prueba de hipótesis en MINITAB

5.4.1 Prueba

Hipótesis nula $H_0: diferencia_{\mu} = 0$

Hipótesis alterna $H_1: diferencia_{\mu} \neq 0$

Valor T	Valor p
-10,63	0,000

5.4.2 Estimación de la diferencia pareada

Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95% para la diferencia_μ
-4,250	2,651	0,400	(-5,056; -3,444)

diferencia_μ: media de (Plantas (masetas) que poseen - Plantas (masetas) dispuestos a)

5.4.3 Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Plantas (masetas) que poseen	44	4,341	1,725	0,260
Plantas (masetas) dispuestos a	44	8,591	3,266	0,492

Usando la tabla de distribución normal:

La probabilidad $P(x \leq z) = 0,000$

Dado que el valor de $p < 0.05$, entonces se acepta la hipótesis alterna.

6. CONCLUSIONES

El presente estudio llevado a cabo en el conjunto residencial Los Parques de Callao en el distrito de Bellavista, Callao, Lima, Perú. Trata sobre la instalación de un biodigestor casero, cuyo producto principal es el biofertilizante destinado a ser usado en las plantas, cultivadas por los propios residentes, lo cual genera un impacto positivo, principalmente, en dos aspectos: Una mejora de la gestión de residuos sólidos orgánicos, debido a que, estos son el principal combustible de nuestro biodigestor, en consecuencia se genera una merma en la cantidad de desechos orgánicos que se recicla en la comuna, reduciendo el volumen de desperdicios orgánicos en los grandes vertederos. Asimismo, se genera un aumento de las áreas verdes en la ciudad, más aún en este tipo de viviendas, donde dichos espacios son reducidos o simplemente no existen; por lo que crear una cultura de reciclaje de residuos orgánicos y unirlo a través de un biodigestor a la mejora de las áreas verdes, en una ciudad como la Lima y otras, donde cada vez se ven menos plantas y más cemento, es muy beneficioso para la sociedad y el contaminado medio ambiente de dichas urbes.

7. AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Magister en Ingeniería Industrial Jorge, Ortiz Porras; por su guía y ayuda durante esta investigación. Asimismo, expresamos nuestra gratitud a cada familia de los autores del presente artículo, ya que, ellos son nuestro principal motivo, mas aun en estos tiempos donde los momentos junto a ellos son cada vez más pasajeros.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAND MALAV, L., YADAV, K. K., GUPTA, N., KUMAR, S., SHARMA, G. K., KRISHNAN, S., REZANIA, S., KAMYAB, H., PHAM, Q. B., YADAV, S., BHATTACHARYYA, S., YADAV, V. K., & BACH, Q. V. (2020). A review on municipal solid waste as a renewable source for waste-to-energy project in India: Current practices, challenges, and future opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123227. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123227>
- DELGADO TAMAYO, E. J., BENAVENTE VELÁSQUEZ, G. E., & CÁCERES ABARCA, G. V. (2019). Elaboración de Fertilizante Orgánico a Partir de Vísceras de Trucha (*Oncorhynchus miquelleyi*) y Jurel (*Trachurus murphyi*), Cuantificación y Evaluación del Efecto de los Nutrientes Minerales. *Anales Científicos*, 0(0), 453-461. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i2.1471>
- DÍAZ-TRUJILLO, L. A., & NÁPOLES-RIVERA, F. (2019). Optimization of biogas supply chain in Mexico considering economic and environmental aspects. *Renewable Energy*, 139, 1227-1240. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.027>
- HOORNWEG, D., BHADA-TATA, P., & KENNEDY, C. (2013). Waste production must peak this century. *Nature*, 502(7473), 615-617. <https://doi.org/10.1038/502615a>
- LIMA CÓMO VAMOS. (2015). ¿Cómo vamos en ambiente? http://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2015/10/ReporteAmbiente2014_virtual.pdf
- MANTEROLA, C., QUIROZ, G., SALAZAR, P., & GARCÍA, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 36-49. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005>
- MINAM. (2018). En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>
- MINAM, M. DEL A. (2019). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2014 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010 y 2012. <http://infocarbono.minam.gob.pe/annios-inventarios-nacionales-gei/ingei-2014/>
- OJEDA, S. LOZANO, G; QUINTERO, M. W. K. S. C. (2008). Periodo Estacional: El Caso De Una Ciudad Mexicana. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, 23-24.
- OLIVO, MARÍA DE LOURDES, & SOTO-OLIVO, ALEJANDRA. (2010). Comportamiento de los gases de efecto invernadero y las temperaturas atmosféricas con sus escenarios de incremento potencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 14(57), 221-230. Recuperado en 1 de abril de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212010000400002&lng=es&lng=es.
- ORGAZ, F. (2018). Educación ambiental. *Desarrollo Local Sostenible*, febrero. <https://www.eumed.net/rev/delos/31/francisco-orgaz.html>
- PERAZZOLI, B. E., PAULETTI, V., QUARTIERI, M., TOSELLI, M., & GOTZ, L. F. (2020). Changes in leaf nutrient content and quality of pear fruits by biofertilizer application in northeastern Italy. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 42(1), 0-1. <https://doi.org/10.1590/0100-29452020530>
- QUIROZ, J. T., & IZAGUIRRE, M. G. (2014). GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL RESTAURANTE EL MESÓN - SANTA ANITA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS. En Tesis. Pucp. Edu. Pe. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13131>
- R, Y. (2020). Digestato líquido de residuos orgánicos como fertilizante:

- fracciones de carbono, fitotoxicidad y análisis microbiológico. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2020.V10.N3.08>
- REINALDO, K., NACAZA, C., JAVIER, G., & CAHUATILLO, M. (2010). Escuela Politécnica Nacional Facultad De Ingeniería Mecánica "Diseño Y Construcción De Un Biodigestor Para Pequeñas Y Medianas Granjas" Proyecto Previo a La Obtención Del Título De Ingeniero Mecánico.
- RÍOS PÉREZ, I. J., SANTA CRUZ ALVITES, J. I., GALLARDO BAZÁN, E. C., LÓPEZ BALAREZO, J. A., & LÓPEZ BUSTAMANTE, N. (2015). Valoración de los desechos de naranja generados por los vendedores ambulantes de extractos de naranja de la ciudad de Huacho, año 2014. *Big Bang Faustiniiano*, 4(1). <https://doi.org/10.51431/bbf.v4i1.218>
- SAWATANI, D. E., MARTÍNEZ, G. A. E., & MARTÍNEZ, G. A. S. (2016). Estudio de viabilidad de aplicación de TRIZ em Biodigestor caseiro. *Espacios*, 37, 14. <http://www.revistaespacios.com/a16v37n27/16372715.html>
- SILPA KAZA, LISA YAO, PERINAZ BHADA-TATA, A., & WOERDEN, F. VAN. (2018). What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.
- SORIA, M., FREGOSO, S., FERRERA-CERRATO, R., BARRA, J., GONZÁLEZ, A., SANTOS, J., BORGES, L., & PEREYDA, G. (2001). La biodigestión del purín de cerdo para producir biomasa. *Terra*, 19(4), 353-362. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319408>
- VÖGELI, Y., RIU, C., GALLARDO, A., DIENER, S., & ZURBRÜGG, C. (2014). Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries. En *Sandec: Department of Water and Sanitation in Developing Countries*. <http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/swm/dl/biowaste.pdf>
- ZANOR, G. A., LÓPEZ PÉREZ, M. E., MARTÍNEZ YÁÑEZ, R., RAMÍREZ SANTOYO, L. F., GUTIÉRREZ VARGAS, S., & LEÓN GALVÁN, M. F. (2018). Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas de un suelo agrícola mezclado con lombricompostas de dos efluentes de biodigestor. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 19(4), 1-10. <https://doi.org/10.22201/ii.25940732e.2018.19n4.036>

ESTUDIO DE MEDICIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET FIJO POR PARTE DE LOS UNIVERSITARIOS DE LIMA, PERÚ

STUDY OF THE MEASUREMENT
OF SATISFACTION OF THE FIXED
INTERNET SERVICE BY UNIVERSITY
STUDENTS IN LIMA, PERÚ

 Ernesto Che Lucio
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 Angue Abanto Cabanillas

 Ernesto Che Lucio
 Universidad Nacional de Trujillo
 hilary.layme@unmsm.edu.pe

 Angue Abanto Cabanillas
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 angue.abanto@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

La pandemia del coronavirus reflejó la importancia del acceso a internet y tecnologías digitales sobre todo para estudiantes. Según la organización Plan Internacional en el 2020 alrededor de 230 mil estudiantes dejaron de estudiar por falta de conectividad y escasos recursos. A raíz de la pandemia, muchas de las empresas no han sido capaces de brindar un buen servicio para sostener la educación virtual masiva. La presente investigación está sustentada en la descripción del servicio de internet fijo en Lima con el fin de observar qué variables están relacionadas o influyen en la satisfacción de los universitarios. En cuanto a la metodología de investigación, es de tipo descriptiva correlacional debido a que su objetivo es medir el grado de relación entre las variables de velocidad de internet, frecuencia de fallas de conexión, soporte técnico y la satisfacción de los usuarios universitarios de internet fijo. La metodología seleccionada permite inicialmente recolectar los datos mediante una encuesta que se obtuvo de alumnos universitarios que residen en Lima. Se usó el método SERVQUAL y la escala Likert que va desde el uno al cinco para medir este grado de satisfacción o insatisfacción por parte de los clientes luego del consumo del servicio. Se comparó con las expectativas de los clientes y obtuvimos resultados que nos revelaron que las variables seleccionadas sí están relacionadas con la calidad de servicio de internet que los estudiantes perciben.

Palabras clave:

Servqual; calidad; servicio; Likert; satisfacción; internet; expectativas.

The coronavirus pandemic reflected the importance of access to the internet and digital technologies, especially for students, it is known that today many of them stopped studying due to lack of connectivity and scarce resources, in order to know if telecommunications companies are capable of sustaining massive virtual education, this research is based on the description of the internet service in Lima in order to observe which variables are related to or influence in the satisfaction of university students. Regarding the research methodology, it's a descriptive correlational type because the objective is to measure the degree of relationship between the variables of internet speed, frequency of connection failures, technical support and the satisfaction of university users of the fixed internet. The selected methodology initially allows data to be collected through a survey obtained from university students residing in Lima. The SERVQUAL method and the Likert scale ranging from one to five were used to measure this degree of satisfaction or dissatisfaction on the part of customers after consumption of the service. It was compared with the expectations of the clients and we obtained results that revealed that the selected variables are related to the quality of internet service that students perceive.

Keywords: Servqual; quality; service; Likert; satisfaction; Internet; expectations

1. INTRODUCCIÓN

Hace 4 años el acceso a internet fue declarado por las Naciones Unidas como un derecho que todo ser humano debe tener, hoy en día este derecho debe estar más presente que nunca; sin embargo, para muchos en Perú y en el mundo el acceso a internet sigue siendo un lujo. La pandemia del coronavirus reflejó este año cuan esencial es el acceso a internet y las tecnologías digitales para el mundo sobre todo para los estudiantes que sin eso; al menos en Perú, estarían perdiendo más de un año entero de educación como sucede en la actualidad con muchos niños y jóvenes que dejaron de estudiar por falta de conectividad.

Pero hasta qué punto en el Perú las redes de telecomunicación son capaces de afrontar la educación virtual masiva. ¿Estarán los estudiantes satisfechos con la calidad de servicio de internet que poseen actualmente? En el Perú no solo estamos afrontando un problema de salud mundial sino también tenemos una brecha digital catastrófica que este año profundizó la desigualdad que el país viene sufriendo desde hace décadas. Reconociendo que la digitalización juega un papel significativo en mitigar los efectos de la pandemia en la educación es importante identificar aquellas áreas que permitan mejorar la calidad de servicio del internet fijo puesto que según el portal web Akamai en su último informe sobre estado de internet el promedio máximo de la velocidad producida en los diferentes países es de 22,1 Mbps poniendo a la velocidad de internet no solo como algo presuntuoso sino un aspecto fundamental en el servicio. Por razones como estas, el internet fijo sigue siendo terriblemente necesario en la actualidad, no solo porque posibilita consumos más robustos y de velocidad sino también porque es la que la mayoría de las familias puede adquirir; por ende, es importante que las empresas operadoras maximicen la eficiencia de sus servicios.

La calidad de servicio de internet y su monitoreo es algo que no puede ser ignorado (Aguilera et al., 2016), ya que no solo radica en mantener fines comerciales sino también representa una brecha entre lo que otorga el prestador de servicio y lo que obtienen los clientes. En este estudio pretendemos medir la calidad de servicio de internet otorgada por las diferentes operadoras percibidos y evaluados por estudiantes universitarios ubicados en varios distritos de Lima en el año 2020, usando un método llamado SERVQUAL y comenzaremos identificando cuales son los aspectos más importantes al momento de elegir un proveedor de red, parte de los

universitarios y mediante encuestas buscamos analizar qué expectativas tienen sobre la calidad de servicio de su operadora y posteriormente saber si estos se encuentran satisfechos o no.

2. MARCO TEÓRICO

En la actualidad el uso del internet es indispensable para el desarrollo de las personas, en el contexto que nos encontramos debido a la pandemia, lo hace más crucial su uso debido a que al evitar el contacto innecesario con las demás personas nos conlleva a realizar tareas de forma virtual como clases, trabajo, exposiciones, etc. Es aquí que el tener un buen servicio de internet es óptimo para no tener dificultades en nuestras labores virtuales.

Pero todo esto nos lleva a pensar qué es el internet y sus implicancias, por lo que pasaremos a definirlo en el siguiente párrafo.

Internet es una gran red internacional de ordenadores. Permite, como todas las redes, compartir recursos. Es decir: mediante el ordenador, establecer una comunicación inmediata con cualquier parte del mundo para obtener información sobre un tema que nos interesa, ver los fondos de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos, o conseguir un programa o un juego determinado para nuestro ordenador. En definitiva: establecer vínculos comunicativos con millones de personas de todo el mundo, bien sea para fines académicos o de investigación, o personales (de la Cuadra, 2018, p. 1).

El acceso al internet en el Perú es por medio de proveedores privados ya que no es considerado un servicio público el cual sea costado y garantizado por el estado. Pero igual el estado regula este servicio a través de Osiptel para evitar problemas con los clientes de estos proveedores de internet.

Estos últimos años el acceso al internet se ha ido incrementado según la última encuesta residencial de servicios de telecomunicaciones (ERSTEL) obteniendo un incremento del 20% de personas que cuenta por lo menos con un dispositivo para conectarse a internet. El acceso a internet se ve comprendido ampliamente en el país a través del internet móvil desplazando un poco a los que solamente tiene internet fijo, pero los que cuentan con ambos tipos de acceso

se vieron incrementados en el 2019, lo cual las personas le dan relevancia al acceso para este servicio para los múltiples usos que se requieran.

Existen conceptos del internet que están comprendidos, pero a veces no son conocidos por muchas personas, esto debido a que no son muy hablados o las personas están satisfechas con utilidades básicas como mensajería o búsqueda de información, pero para personas que necesitan actividades más complejas es bueno el comprender términos que los conlleve a adquirir un servicio adecuado para sus exigencias.

Un caso es el concepto de ancho de banda que Michue (2018) lo define como la suficiencia de un medio para transmitir datos, se modera mediante la cantidad de datos que puede ir de un lugar a otro en un tiempo dado, por lo general se mide en kilobits por segundo (Kbps) o en megabits por segundo (Mbps). El ancho de banda o velocidad de descarga se ve determinado por algunos factores como el medio físico y la tecnología que se emplea.

Otro concepto que se comprende al hablar de internet es la latencia que se define como "el tiempo que tarda en transmitirse un paquete dentro de la red" (velocidad, 2016 citado en Michue, 2018, p.39). Se puede medir en ping que está en milisegundos, vendría a ser entonces los milisegundos que tarda en comunicarse desde un punto a otro.

Como personas de ciencia siempre buscamos cuantificar todo lo que nos sea posible, entonces buscamos un método el cual nos permite medir o cuantificar la calidad, en nuestro caso un servicio, por lo que entre 1995 y 1998 los profesores S. Parasuraman, Valerie Zeithaml y Berry propusieron el modelo Servqual.

El modelo Servqual se define como la calidad del servicio como la diferencia entre las percepciones reales por parte de los clientes. Es un instrumento de escala múltiple que presenta un alto nivel de fiabilidad y validez, que las empresas pueden utilizar para comprender mejor las expectativas y la percepción que tienen los clientes respecto a un servicio. El modelo incluye dos dimensiones de las expectativas: expectativas deseadas (lo que me gustaría recibir en términos ideales) y expectativas adecuadas (el nivel aceptable de servicio esperado) (Begazo, 2006, p.80).

Este método tiene cinco dimensiones las cuales son los elementos tangibles, la fiabilidad, la capacidad de respuesta, la seguridad y la empatía. Este método puede ser manipulado

según el encuestador tanto en el número de preguntas como en la escala Likert, pero sin perder la esencia de las cinco dimensiones.

La calidad es el grado de adaptación a las necesidades que debe satisfacer un producto o servicio. El producto o servicio puede satisfacer los requerimientos del cliente en cuanto a atributos necesarios para su consumo o uso, el cliente queda satisfecho y se predispone a pagar determinado precio en base a los beneficios adquiridos. En este sentido la calidad depende de la experiencia que obtiene el cliente al utilizar el servicio en base al cual se genera percepciones que influyen en la satisfacción del usuario; por esta razón las empresas deben brindar valor agregado a sus clientes a través de mejoras en sus productos o servicios, logrando así asegurar la calidad.

Para Umar et al. (2017), la satisfacción es la evaluación consecuencia de la comparación entre las expectativas y la experiencia de compra por parte de un usuario o comprador; ya sea que esté adquiriendo un producto o un servicio. Este concepto es percibido como una actitud dirigida al conjunto de las satisfacciones con los atributos presentes en un servicio, este importante constructo se convierte en un importante elemento que se incrementa cuando el rendimiento del servicio supera las expectativas y debe ser más específico cuando se trata de elementos intangibles. (Meesala et al., 2018)

3. METODOLOGÍA

La investigación es de tipo descriptiva correlacional; descriptiva porque el objetivo de este tipo de investigación es conocer las situaciones y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos y personas, correlacional debido a que su objetivo es medir el grado de relación entre las variables velocidad de internet, frecuencia de fallas de conexión, soporte técnico y la satisfacción de los usuarios del servicio de internet fijo.

La presente investigación es de diseño no experimental, transversal; no experimental porque no se manipulan las variables y transversal porque se recolecta datos en un solo momento cuyo propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento en específico.

4. RESULTADO

La unidad de análisis son estudiantes universitarios que cuentan con internet fijo en sus hogares.

En este trabajo de investigación, la población está constituida por estudiantes universitarios que residen en Lima, Perú en el año 2020. El tamaño de la muestra se verá por la cantidad de encuestados que cumplan con las especificaciones que se comentarán en la siguiente sección.

Para la selección de la muestra se tomará en cuenta solamente a estudiantes universitarios que residan en Lima y que cuente con internet fijo en su hogar. Para la elaboración del presente estudio se llevará a cabo la utilización de datos provenientes de la encuesta realizada mediante el método Servqual.

El plan de recolección de datos empleado fue el siguiente:

1. La elaboración de la encuesta mediante el método Servqual cumpliendo las características de este, se realizó la encuesta mediante un formulario de Google.
2. Difusión de la encuesta mediante redes sociales.
3. Selección de formularios respondidos y se excluyen aquellos incompletos.

4.1. Prueba de la hipótesis general

Ho: No existe relación directa y significativa entre el desempeño de internet fijo y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios del servicio en Lima, Perú en el año 2020.

Ha: Existe relación directa y significativa entre el desempeño de internet fijo y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios del servicio en Lima, Perú en el año 2020.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Estadístico de prueba:

En tal sentido se realizó una prueba de hipótesis no paramétricas usando el estadístico de Chi cuadrado, debido a que los resultados obedecen una variable cualitativa ordinal.

Con el fin de evitar el sesgo fue necesario recodificar las variables de la escala satisfacción del usuario

universitario, agrupándolas en tres categorías: Los valores de 1 y 2 que representan a la condición "Muy insatisfecho" e "Insatisfecho" se asumen como "Insatisfecho", el valor 3 que representa a la condición "Indeciso" se asume como tal y el valor 4 y 5 que se representan a la condición "Satisfecho" y "Muy Satisfecho" se asume como "Satisfecho". Asimismo, la variable desempeño se agrupo en 3 categorías: "Malo", "Regular" y "Bueno".

Tabla 18. Tabla de contingencia del desempeño general del internet fijo y la satisfacción de los universitarios residentes en Lima-Perú.

		SATISFACCIÓN			Total	
		Insatisfecho	Indeciso	Satisfecho		
DESEMPEÑO INTERNET FIJO	Malo	Observado	34	2	0	36
		Esperado	11	11	14	36
	Regular	Observado	3	27	6	36
		Esperado	11	11	14	36
	Bueno	Observado	0	9	41	50
		Esperado	15	16	19	50
Total		Observado	37	38	47	122
		Esperado	37	38	47	122

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de contingencia se percibe el cruce de la variable desempeño general del servicio de internet fijo en relación con la satisfacción que poseen estudiantes universitarios del mismo. El análisis de datos señala que los universitarios que califican el desempeño de su servicio de manera general como bueno son los que más están satisfechos con dicho servicio.

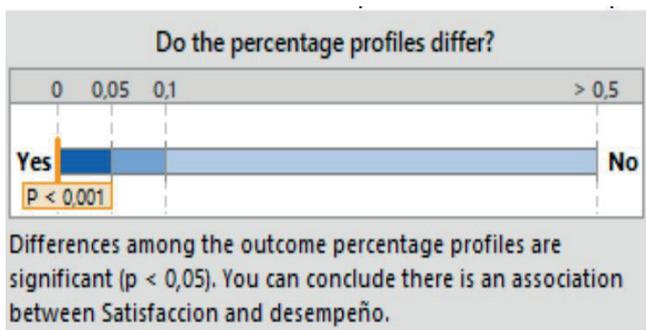
Tabla 19. Prueba de Chi cuadrado para el desempeño del internet fijo y la satisfacción de los universitarios en Lima 2020.

	Chi-Square	DF	P-Value
Pearson	145,140	4	0,000
N de casos válidos	122		

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de significancia ($p = 0.00$) es menor a ($\alpha = 0,05$) lo cual permite rechazar la hipótesis nula (H_0); por lo tanto, se puede afirmar la hipótesis de investigación. Es decir, que existe una relación directa y significativa entre el desempeño de internet fijo y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios del servicio en Lima, Perú en el año 2020.

Figura 8. Gráfico que muestra la diferencia entre los perfiles de resultados porcentuales.



Fuente: Elaboración propia

Mediante esta grafica se puede concluir también que existe una asociación entre la variable satisfacción y desempeño del servicio de internet.

Figura 9. Gráfica de perfiles porcentuales.

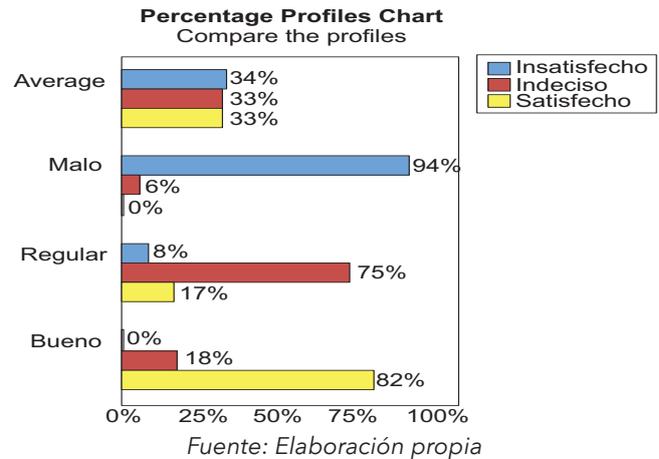
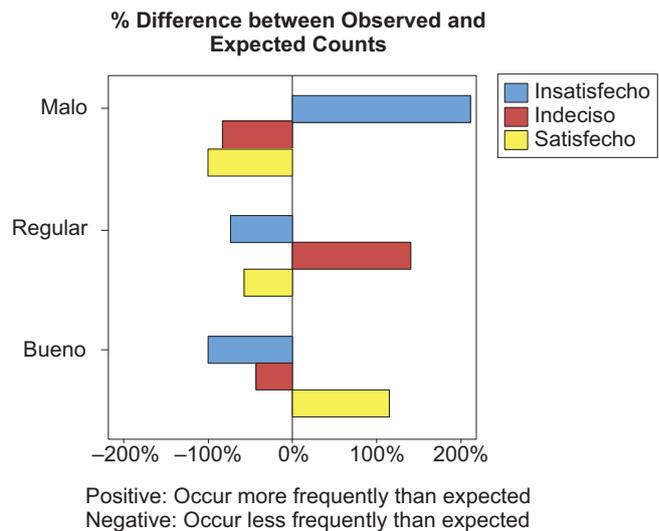


Figura 10. Gráfica de la diferencia % entre el conteo de observados y esperados



El resultado con mayor diferencia porcentual, quiere decir el mayor error se da entre el desempeño "malo" del servicio de internet y el grado "insatisfecho" de los usuarios universitarios; esto se reconoce debido a que la barra es más larga en este caso.

Prueba de la hipótesis específica 1

H_0 : No existe relación directa y significativa entre la velocidad de internet y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios de internet fijo en Lima Perú en el año 2020.

H_a : Existe relación directa y significativa entre la velocidad de internet y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios de internet fijo en Lima Perú en el año 2020.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Para la contrastación de hipótesis se empleó la prueba no paramétrica Chi cuadrado. Con el fin de evitar el sesgo fue necesario recodificar las variables de la escala satisfacción de la velocidad de internet fijo, agrupándolas en tres categorías: Los valores de 1 y 2 que representan a la condición "Muy insatisfecho" e "Insatisfecho" se asumen como "baja", el valor 3 que representa a la condición "Indeciso" se asume como "media"

y el valor 4 y 5 que se representan a la condición "Satisfecho" y "Muy Satisfecho" se asume como "alta". Asimismo, recodificamos las variables de escalas del desempeño de velocidad de internet; agrupándolas en tres categorías: Los valores 1 y 2 que representan a la condición "muy malo" y "malo" se asume como "Malo", el valor 3 sigue siendo "Regular" y los valores 4 y 5 que representan a la condición "bueno" y "muy bueno" se asumirá como "Bueno".

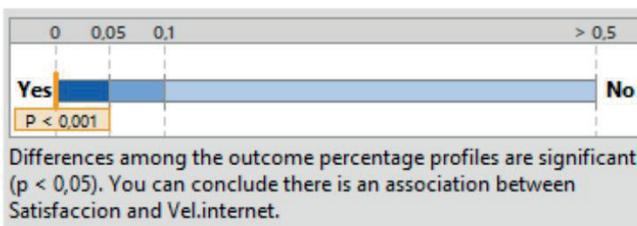
Tabla 20. Tabla de contingencia de la velocidad de internet y la satisfacción de los universitarios residentes en Lima-Perú.

			SATISFACCIÓN			Total
			Baja	Media	Alta	
DESEMPEÑO INTERNET FIJO	Malo	Observado	31	3	2	36
		Esperado	10	9	17	36
	Regular	Observado	3	22	11	36
		Esperado	10	9	17	36
	Bueno	Observado	0	5	45	50
		Esperado	14	12	24	50
Total		Observado	34	30	58	122
		Esperado	34	30	58	122

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de significancia ($p = 0,00$) es menor a ($\alpha = 0,05$) lo cual permite rechazar la hipótesis nula (H_0); por lo tanto, se puede afirmar la hipótesis de investigación. Es decir, que existe una relación directa y significativa entre la velocidad de internet y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios de internet fijo en Lima Perú en el año 2020.

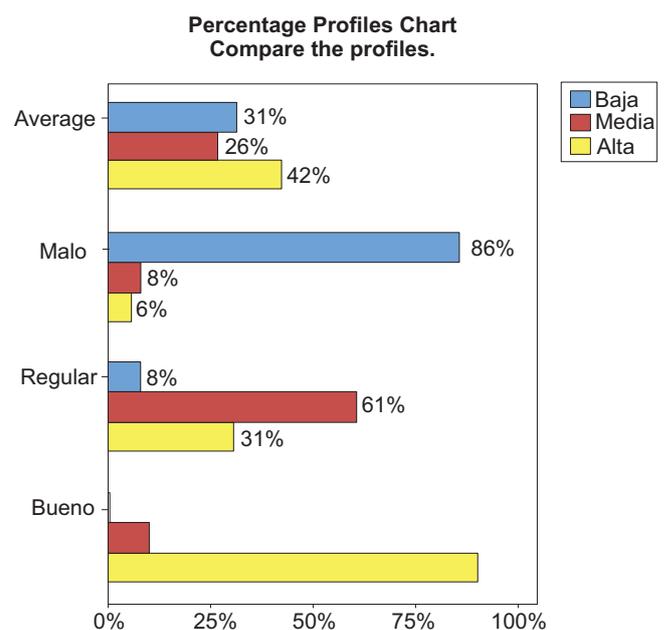
Figura 11. Gráfica que muestra la diferencia entre los perfiles de resultados porcentuales.



Fuente: Elaboración propia

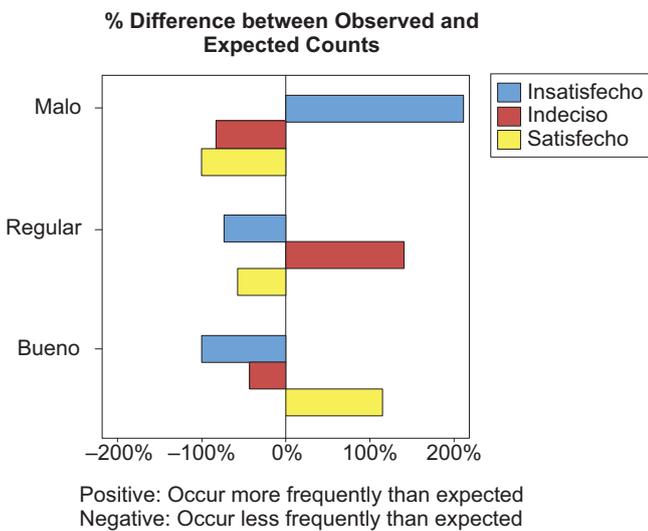
Mediante esta grafica se puede concluir también que existe una asociación entre la variable satisfacción y desempeño de velocidad de internet.

Figura 12. Grafica de perfiles porcentuales.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Gráfica de la diferencia % entre el conteo de observados y esperados.



Fuente: Elaboración propia

El resultado con mayor diferencia porcentual, quiere decir el mayor error se da entre el desempeño malo de la velocidad de internet y la satisfacción baja de los clientes universitarios; esto se reconoce debido a que la barra es más larga en este caso.

Hipótesis específica 2

Ho: La frecuencia de fallas de conexión a internet no influye de manera negativa en el grado de satisfacción de los universitarios usuarios de internet fijo en Lima, Perú en el año 2020.

Ha: La frecuencia de fallas de conexión a internet influye de manera negativa en el grado de satisfacción de los universitarios usuarios de internet fijo en Lima, Perú en el año 2020.

Nivel de significancia: alfa = 0,05

Para la contrastación de esta hipótesis se empleó la prueba no paramétrica Chi cuadrado. Con el fin de evitar el sesgo fue necesario recodificar las variables de la escala satisfacción de las fallas de conexión a internet, agrupándolas en tres categorías: Los valores de 1 y 2 que representan a la condición "Muy insatisfecho" e "Insatisfecho" se asumen como "baja", el valor 3 que representa a la condición "Indeciso" se asume como "media" y el valor 4 y 5 que se representan a la condición "Satisfecho" y "Muy Satisfecho" se asume como "alta". Asimismo, recodificamos las variables de escalas del desempeño percibido de las fallas de conexión; agrupándolas en tres categorías: Los valores 1 y 2 que representan a la condición "muy malo" y "malo" se asume como "Malo", el valor 3 sigue siendo "Regular" y los valores 4 y 5 que representan a la condición "bueno" y "muy bueno" se asumirá como "Bueno".

Tabla 22. Tabla de contingencia de las fallas de conexión e interrupciones de internet fijo y la satisfacción de los universitarios residentes en Lima-Perú.

			SATISFACCIÓN			Total
			Baja	Media	Alta	
Fallas de conexiones (interrupciones y cortes)	Malo	Observado	30	4	2	36
		Esperado	11	9	16	36
	Regular	Observado	6	23	7	36
		Esperado	11	9	16	36
	Bueno	Observado	1	4	45	50
		Esperado	15	13	22	50
Total		Observado	37	31	54	122
		Esperado	37	31	54	122

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de contingencia se percibe el cruce de la variable desempeño de las fallas de conexión, interrupciones y cortes de internet fijo en relación con la satisfacción que poseen estudiantes universitarios luego de haber percibido el servicio.

Tabla 23. Prueba de Chi cuadrado para el desempeño de las fallas de conexión y la satisfacción de los universitarios en Lima 2020.

	Chi-Square	DF	P-Value
Pearson	119,460	4	0,000
N de casos válidos	122		

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de significancia ($p = 0.00$) es menor a ($\alpha = 0,05$) lo cual permite rechazar la hipótesis nula (H_0); por lo tanto, se puede afirmar la hipótesis de investigación. Es decir, que existe una relación directa y significativa entre las fallas de conexión, cortes e interrupciones y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios de internet fijo en Lima Perú en el año 2020.

Figura 14. Gráfico que muestra la diferencia entre los perfiles de resultados porcentuales.

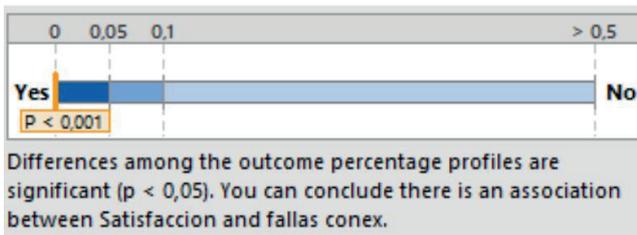


Figura 16. Gráfico de la diferencia % entre el conteo de observados y esperados.

El resultado con mayor diferencia porcentual, quiere decir el mayor error se da entre el desempeño malo de las fallas de conexión, cortes e interrupciones y la satisfacción baja

de los clientes universitarios; esto se reconoce debido a que la barra es más larga que las demás.

Hipótesis específica 3

H_0 : No existe relación directa y significativa entre el soporte técnico del servicio de internet y el grado de satisfacción de los universitarios que son usuarios de internet fijo en Lima Perú en el año 2020.

H_a : Existe relación directa y significativa entre el soporte técnico del servicio de internet y el grado de satisfacción de los universitarios que son usuarios de internet fijo en Lima Perú en el año 2020.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Para la contrastación de esta hipótesis se empleó la prueba no paramétrica Chi cuadrado. Con el fin de evitar el sesgo fue necesario recodificar las variables de la escala satisfacción del soporte técnico, agrupándolas en tres categorías: Los valores de 1 y 2 que representan a la condición "Muy insatisfecho" e "Insatisfecho" se asumen como "baja", el valor 3 que representa a la condición "Indeciso" se asume como "media" y el valor 4 y 5 que se representan a la condición "Satisfecho" y "Muy Satisfecho" se asume como "alta". Asimismo, recodificamos las variables de escalas del desempeño percibido del soporte técnico del servicio de internet; agrupándolas en tres categorías: Los valores 1 y 2 que representan a la condición "muy malo" y "malo" se asume como "Malo", el valor 3 sigue siendo "Regular" y los valores 4 y 5 que representan a la condición "bueno" y "muy bueno" se asumirá como "Bueno".

Tabla 24. Tabla de contingencia de las fallas de conexión e interrupciones de internet fijo y la satisfacción de los universitarios residentes en Lima-Perú

			SATISFACCIÓN			Total
			Baja	Media	Alta	
DESEMPEÑO DEL SOPORTE TÉCNICO	Malo	Observado	25	8	3	36
		Esperado	11	11	14	36
	Regular	Observado	9	17	10	36
		Esperado	11	11	14	36
	Bueno	Observado	4	11	35	50
		Esperado	16	15	19	50
Total		Observado	38	36	48	122
		Esperado	38	37	47	122

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de contingencia se percibe el cruce de la variable desempeño del soporte técnico del servicio de internet fijo en relación con la satisfacción que poseen estudiantes universitarios luego de haber percibido el servicio.

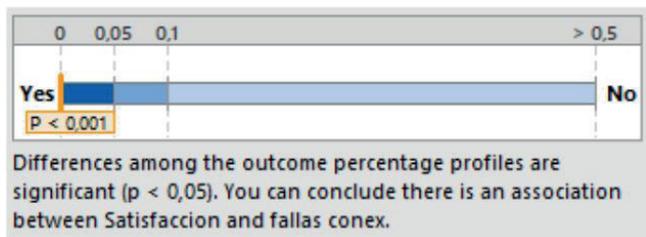
Tabla 25. Prueba de Chi cuadrado para el desempeño del soporte técnico y la satisfacción de los universitarios en Lima 2020.

	Chi-Square	DF	P-Value
Pearson	53,387	4	0,000
N de casos válidos	122		

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de significancia ($p = 0.00$) es menor a ($\alpha = 0,05$) lo cual permite rechazar la hipótesis nula (H_0); por lo tanto, se puede afirmar la hipótesis de investigación. Es decir, que existe una relación directa y significativa entre el desempeño del soporte técnico y el grado de satisfacción de los universitarios usuarios de internet fijo en Lima Perú en el año 2020.

Figura 17. Gráfico que muestra la diferencia entre los perfiles de resultados porcentuales.



Fuente: Elaboración propia

Mediante esta grafica se puede concluir también que existe una asociación entre la variable satisfacción y desempeño del soporte técnico.

Figura 18. Gráfico de perfiles porcentuales.

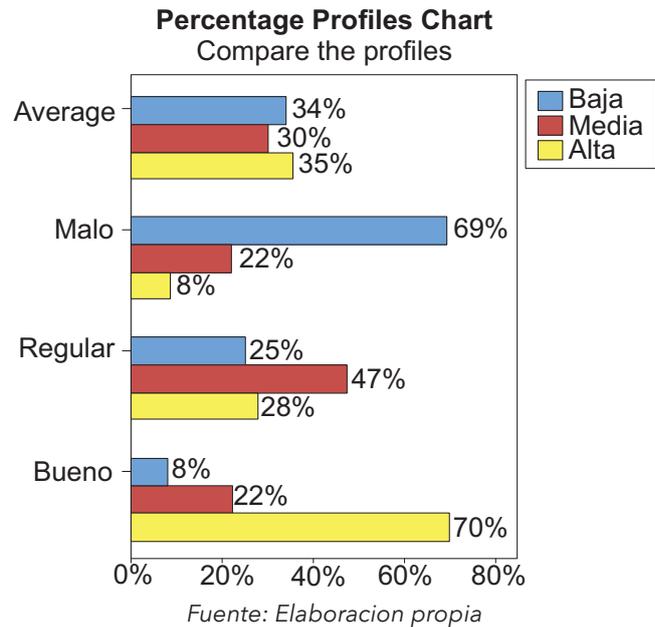
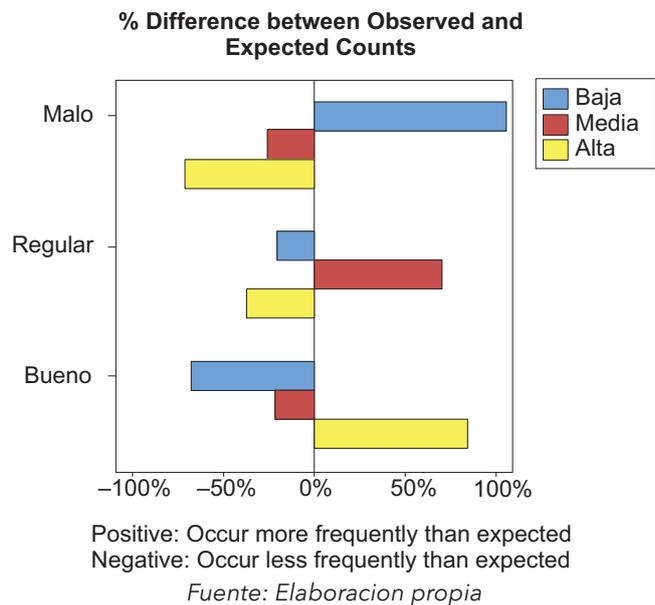


Figura 19. Gráfico de la diferencia % entre el conteo de observados y esperados.



El resultado con mayor diferencia porcentual, quiere decir el mayor error se da entre el desempeño malo del soporte técnico y la satisfacción baja de los clientes universitarios; esto se reconoce debido a que la barra es más larga que las demás.

5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.1. Discusión

Pudo probarse mediante una prueba de hipótesis no paramétrica como el estadístico de Chi cuadrado que se puede verificar en la Tabla 16 el nivel de dominio que tiene la variable independiente (Desempeño del servicio de internet fijo), con respecto a la variable dependiente (El grado de satisfacción) y demostrada la asociación entre estas variables con la Ilustración 7. Por tanto, esta variable guarda una relación directa y significativa a la variable dependiente con un nivel de confianza del 95%.

De los resultados y las pruebas de hipótesis puede afirmarse que las variables que aportan a la explicación de la variable Indicador de grado de satisfacción.

5.1.1 Para la variable Velocidad de internet

Pudo probarse mediante una prueba de hipótesis no paramétrica como el estadístico de Chi cuadrado que se puede verificar en la Tabla 18 el nivel de dominio que tiene la variable independiente (Velocidad de internet), con respecto a la variable dependiente (Indicador de grado de satisfacción) y demostrada la asociación entre estas variables con la Ilustración 10. Por tanto, esta variable guarda una relación directa y significativa a la variable dependiente con un nivel de confianza del 95%.

5.1.2 Para la variable Frecuencia de fallas de conexión

Pudo probarse mediante una prueba de hipótesis no paramétrica como el estadístico de Chi cuadrado que se puede verificar en la Tabla 20 el nivel de dominio que tiene la variable independiente (Frecuencia de fallas de conexión) con respecto a la variable dependiente (Indicador de grado de satisfacción) y demostrada la asociación entre estas variables con la Ilustración 13. Por tanto, esta variable influye de manera negativa y significativa a la variable dependiente con un nivel de confianza del 95%.

5.1.3 Para la variable Soporte técnico del servicio

Pudo probarse mediante una prueba de hipótesis no paramétrica como el estadístico de Chi cuadrado que se puede verificar en la Tabla 22 el nivel de dominio que tiene la variable independiente (Soporte técnico del servicio), con respecto a la variable dependiente (Indicador de grado de satisfacción) y demostrada la asociación entre estas variables con la Ilustración

16. Por tanto, esta variable guarda una relación directa y significativa a la variable dependiente con un nivel de confianza del 95%.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con el aspecto teórico comprendido por los antecedentes que le dieron soporte a este trabajo de investigación y que tiene relación directa con el procedimiento y análisis estadístico de datos con la prueba de contingencia Chi cuadrado; se concluye que existe relación directa y significativa entre la variable desempeño de internet y satisfacción percibida por los usuarios universitarios en Lima 2020.

El cuestionario adaptado a la metodología SERVQUAL fue útil para hallar los ICS (Índice de Calidad del Servicio) para cada dimensión y así poder evaluar de manera más específica las brechas entre percepciones y expectativas de los usuarios. Con el análisis respectivo llegamos a la conclusión de que las dimensiones con mayor ICS negativo es decir con más usuarios insatisfechos fueron la de seguridad con 64,8%, fiabilidad con 61,5% y sensibilidad con 51,6%.

7. AGRADECIMIENTO

Agradecemos al ingeniero Acevedo; por su guía y ayuda durante esta investigación. Asimismo, expresamos muestra gratitud a cada familia de los autores del presente artículo, ya que, ellos son nuestro principal motivo, más aún en estos tiempos donde los momentos junto a ellos son cada vez más pasajeros.

8. REFERENCIAS

- ABRIL, G. (1970). ESTRATEGIAS PARA LA RECUPERACIÓN DEL SERVICIO EN LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE. ANÁLISIS EMPRESAS DE TELEFONÍA MÓVIL. REDMARKA. REVISTA DE MARKETING APLICADO, 02(019), 5-31. [HTTPS://DOI.ORG/10.17979/REDMA.2017.02.019.4851](https://doi.org/10.17979/REDMA.2017.02.019.4851)
- AGUILERA, N., BUSTOS, J., Y LALANNE, F. (2016). ADKINTUN MOBILE: STUDY OF RELATION BETWEEN QoS AND QoE IN MOBILE NETWORKS. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, 14(6), 2770-2772. [HTTPS://DOI.ORG/10.1109/TLA.2016.7555252](https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7555252)

- ALVARADO CHIQUILLO, J. C. (2017). APLICACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SERVQUAL Y ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS DE INTERVENCIÓN PARA LA EMPRESA COOSALUD EPS-S SUCURSAL BOYACÁ. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA.
- ARMADA, E., MARTÍNEZ, F. Y SEGARRA, E. Y DIAZ, A. (2016). LA SATISFACCIÓN DEL USUARIO COMO INDICADOR DE CALIDAD EN EL SERVICIO MUNICIPAL DE DEPORTES. PERCEPCIÓN, ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN. SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA. [HTTP://HDL.HANDLE.NET/10201/49502](http://hdl.handle.net/10201/49502)
- BEGAZO, J. (2006). ¿CÓMO MEDIMOS EL SERVICIO? GESTIÓN EN EL TERCER MILENIO, 9(18), 73-81.
- CALLE, J. Y RIVERA, M. (2013). PROPUESTA PARA LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE INTERNET EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE CUENCA APLICANDO LA NORMA ISO 9001:2008, E IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DECISIÓN DE COMPRA DE LOS CLIENTES CASO: ETAPA EP. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR.
- CAUSADO, E., CHARRIS, A. Y GUERRERO, E. (2019). CONTINUOUS IMPROVEMENT OF CUSTOMER SERVICE THROUGH SERVQUAL AND PETRI NETWORK IN SANTA MARTA RESTAURANT - COLOMBIA | MEJORA CONTINUA DEL SERVICIO AL CLIENTE MEDIANTE SERVQUAL Y RED DE PETRI EN UN RESTAURANTE DE SANTA MARTA, COLOMBIA. INFORMACIÓN TECNOLÓGICA, 30(2), 73-84. [HTTPS://DOI.ORG/10.4067/S0718-07642019000200073](https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000200073)
- CEVALLOS, J. (2016). MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE UN COMEDOR UNIVERSITARIO UTILIZANDO SERVQUAL Y DESARROLLO DE UN MODELO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES. INDUSTRIAL DATA, 18(1), 31. [HTTPS://DOI.ORG/10.15381/IDATA.V18I1.12064](https://doi.org/10.15381/IDATA.V18I1.12064)
- CEVALLOS, R., CARREÑO, D., PEÑA, I., Y PINARGOTE, K. (2018). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO: UN PASO MÁS CERCA DE LA OBJETIVIDAD. REVISTA SAN GREGORIO, 28, 48-59. [HTTPS://WWW.ACADEMIA.EDU/416618/EVALUACIÓN_DE_LA_CALIDAD_DEL_SERVICIO_DE_UNA_BIBLIOTECA_UNIVERSITARIA?EMAIL_WORK_CARD=VIEW-PAPER](https://www.academia.edu/416618/EVALUACIÓN_DE_LA_CALIDAD_DEL_SERVICIO_DE_UNA_BIBLIOTECA_UNIVERSITARIA?email_work_card=view-paper)
- COLORADO, L. (2020). SERVICE QUALITY AND PERCEIVED VALUE AS USERS' SATISFACTION ANTECEDENTS OF COLOMBIA'S TELECOMMUNICATIONS ENTERPRISES | CALIDAD DE SERVICIO Y VALOR PERCIBIDO COMO ANTECEDENTES DE LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES DE LAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA. CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN, 65(3). [HTTPS://DOI.ORG/10.22201/FCA.24488410E.2020.2318](https://doi.org/10.22201/FCA.24488410E.2020.2318)
- DE LA CUADRA, E. (2018). INTERNET: CONCEPTOS BÁSICOS. CUADERNOS DE DOCUMENTACIÓN MULTIMEDIA, 5, 35-56. [HTTPS://REVISTAS.UCM.ES/INDEX.PHP/CDMU/ARTICLE/VIEW/59279](https://revistas.ucm.es/index.php/CDMU/article/view/59279)
- FLORES, J., HERNÁNDEZ, R., Y GARAY, R. (2020). INFORMATION TECHNOLOGIES: INTERNET ACCESS AND DIGITAL DIVIDE IN PERU | TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN: ACCESO A INTERNET Y BRECHA DIGITAL EN PERÚ. REVISTA VENEZOLANA DE GERENCIA, 25(90), 504-527. [HTTPS://WWW.REDALYC.ORG/JATSREPO/290/29063559007/HTML/INDEX.HTML](https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29063559007/html/index.html)
- FURIO, E. (2005). LOS LENGUAJES DE LA ECONOMÍA [ARCHIVO PDF]. [WWW.EUMED.NET/LIBROS/2005/EFB/](http://www.eumed.net/libros/2005/efb/)
- GALLARZA, M., GIL, I. Y ARTEAGA, F. (2020). THE CONCEPT AND MEASUREMENT OF CONSUMER VALUE: AGREEMENTS AND DISAGREEMENTS | CONCEPTUALIZACIÓN Y MEDICIÓN DEL VALOR PERCIBIDO: CONSENSOS Y CONTROVERSIAS. CUADERNOS DE GESTIÓN, 20(1). [HTTPS://DOI.ORG/10.5295/CDG.180997MG](https://doi.org/10.5295/CDG.180997MG)
- JAHMANI, A., BOURINI, I., Y JAWABREH, O. (2020). THE RELATIONSHIP BETWEEN SERVICE QUALITY, CLIENT SATISFACTION, PERCEIVED VALUE AND CLIENT LOYALTY: A CASE STUDY OF FLY EMIRATES | LA RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL SERVICIO, LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE, EL VALOR PERCIBIDO Y LA FIDELIDAD DEL CLIENTE: UN EST. CUADERNOS DE TURISMO, 45, 219-238. [HTTPS://DOI.ORG/10.6018/TURISMO.426101](https://doi.org/10.6018/turismo.426101)
- LÓPEZ, M., Y PANTOJA, A. (2018). RATING SCALE TO ASSESS THE PERCEPTION AND THE DEGREE OF SATISFACTION OF PRIMARY SCHOOL TEACHERS OF THE ANDALUSIA REGION REGARDING TUTORING PROCESSES | ESCALA PARA VALORAR LA PERCEPCIÓN Y GRADO DE SATISFACCIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA DE LA CO. REVISTA COMPLUTENSE DE EDUCACIÓN, 29(1), 287-306. [HTTPS://DOI.ORG/10.5209/RCED.52286](https://doi.org/10.5209/RCED.52286)

- MAGUIÑA, L., OBLITAS, C. Y TÚPAC YUPANQUI, J. (2018). PROBLEMÁTICA EN LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE INTERNET FIJO EN LA REGIÓN AREQUIPA. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS. [HTTP://HDL.HANDLE.NET/10757/624883](http://hdl.handle.net/10757/624883)
- MARQUEZ, C. (2017). SISTEMA DE ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA. [HTTPS://DDD.UAB.CAT/RECORD/173873](https://ddd.uab.cat/record/173873)
- MEESALA, A., Y PAUL, J. (2018). SERVICE QUALITY, CONSUMER SATISFACTION AND LOYALTY IN HOSPITALS: THINKING FOR THE FUTURE. *JOURNAL OF RETAILING AND CONSUMER SERVICES*, 40, 261-269. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.JRETCONSER.2016.10.011](https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.10.011)
- MICHUE, E. (2018). INFRESTRUCTURA DE RED DE DATOS, EN LA CALIDAD DE SERVICIO DE INTERNET DE UNA EMPRESA [TESIS DE BACHILLERATO, UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES].
- MORENO, E. (2019). INFLUENCIA DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE INTERNET A NIVEL WAN EN LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES DE LA CARTERA CORPORATIVA EN UN ISP [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS]. [HTTPS://DOI.ORG/0000-0001-9545-4694](https://doi.org/0000-0001-9545-4694)
- MORENO, F., HERVÁS, J., Y GÓMEZ, J. (2012). EFFECT OF PERCEIVED COST, SERVICE QUALITY AND SATISFACTION ON FUTURE INTENTIONS OF SPECTATORS | EFECTO DEL COSTE PERCIBIDO, LA CALIDAD DE SERVICIO Y LA SATISFACCIÓN SOBRE LAS INTENCIONES FUTURAS DEL ESPECTADOR. *ESTUDIOS DE ECONOMÍA APLICADA*, 30(2), 619-636. [HTTPS://DOI.ORG/10.25115/EEA.V30I2.3544](https://doi.org/10.25115/EEA.V30I2.3544)
- MOREU, M., RÍOS, M. Y CEBALLOS, C. (2018). ANÁLISIS DE LOS ÍTEMS EN RESTAURANTES CON DOS ESTRELLAS MICHELIN. EN BUSCA DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION SYSTEMS AND TOURISM (IJIST)*, 3 (1), 69-84.
- NUMPAQUE, A. Y ROCHA, A. (2016). SERVQUAL AND SERVQHOS MODELS FOR THE EVALUATION OF QUALITY OF HEALTH SERVICES: A LITERATURE REVIEW | MODELOS SERVQUAL Y SERVQHOS PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE SALUD. *REVISTA FACULTAD DE MEDICINA*, 64(4), 715-720. [HTTPS://DOI.ORG/10.15446/REVFACMED.V64N4.54839](https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.54839)
- RAZA, S., UMER, A., QURESHI, M. Y DAHRI, A. (2020). INTERNET BANKING SERVICE QUALITY, E-CUSTOMER SATISFACTION AND LOYALTY: THE MODIFIED E-SERVQUAL MODEL. *TQM JOURNAL*, 32(6), 1443-1466. [HTTPS://DOI.ORG/10.1108/TQM-02-2020-0019](https://doi.org/10.1108/TQM-02-2020-0019)
- SARMIENTO, J. (2017). LA EXPERIENCIA DE LA CALIDAD DE SERVICIO ONLINE COMO ANTECEDENTE DE LA SATISFACCIÓN ONLINE: ESTUDIO EMPÍRICO EN LOS SITIOS WEB DE VIAJES. *INVESTIGACIONES TURÍSTICAS*, (13), 30-53. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.14198/INTURI2017.13.02](http://dx.doi.org/10.14198/INTURI2017.13.02)
- UMAR, A. Y BAHRUN, R. (2017). THE MEDIATING RELATIONSHIP OF CUSTOMER SATISFACTION BETWEEN BRAND TRUST, BRAND SOCIAL RESPONSIBILITY IMAGE WITH MODERATING ROLE OF SWITCHING COST. *ADVANCED SCIENCE LETTERS*, 23(9), 9020-9025. [HTTPS://DOI.ORG/10.1166/ASL.2017.10015](https://doi.org/10.1166/ASL.2017.10015)
- ZUERA, J. Y CORCUERA, M. (2010). UTILIDAD DE LOS CUESTIONARIOS COMO INDICADORES PARA LA MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO: UN ANÁLISIS EMPÍRICO. *REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN Y CONTABILIDAD*, 30(110), 1137-1166. [HTTPS://DOI.ORG/10.1080/02102412.2001.10779441](https://doi.org/10.1080/02102412.2001.10779441)
-
- CHAND MALAV, L., YADAV, K. K., GUPTA, N., KUMAR, S., SHARMA, G. K., KRISHNAN, S., REZANIA, S., KAMYAB, H., PHAM, Q. B., YADAV, S., BHATTACHARYYA, S., YADAV, V. K., & BACH, Q. V. (2020). A REVIEW ON MUNICIPAL SOLID WASTE AS A RENEWABLE SOURCE FOR WASTE-TO-ENERGY PROJECT IN INDIA: CURRENT PRACTICES, CHALLENGES, AND FUTURE OPPORTUNITIES. *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 277, 123227. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.JCLEPRO.2020.123227](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123227)
- DELGADO TAMAYO, E. J., BENAVENTE VELÁSQUEZ, G. E., & CÁCERES ABARCA, G. V. (2019). ELABORACIÓN DE FERTILIZANTE ORGÁNICO A PARTIR DE VÍSCERAS DE TRUCHA (*ONCORHYNCHUS MIKYSS*) Y JUREL (*TRACHURUS MURPHYI*), CUANTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS NUTRIMENTOS MINERALES. *ANÁLES CIENTÍFICOS*, 0(0), 453-461. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.21704/AC.V80I2.1471](http://dx.doi.org/10.21704/AC.V80I2.1471)

- DÍAZ-TRUJILLO, L. A., & NÁPOLES-RIVERA, F. (2019). OPTIMIZATION OF BIOGAS SUPPLY CHAIN IN MEXICO CONSIDERING ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS. *RENEWABLE ENERGY*, 139, 1227-1240. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.RENENE.2019.03.027](https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.027)
- HOORNWEG, D., BHADA-TATA, P., & KENNEDY, C. (2013). WASTE PRODUCTION MUST PEAK THIS CENTURY. *NATURE*, 502(7473), 615-617. [HTTPS://DOI.ORG/10.1038/502615A](https://doi.org/10.1038/502615A)
- LIMA CÓMO VAMOS. (2015). ¿CÓMO VAMOS EN AMBIENTE? [HTTP://WWW.LIMACOMOVAMOS.ORG/CM/WP-CONTENT/UPLOADS/2015/10/REPORTEAMBIENTE2014_VIRTUAL.PDF](http://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2015/10/ReporteAmbiente2014_virtual.pdf)
- MANTEROLA, C., QUIROZ, G., SALAZAR, P., & GARCÍA, N. (2019). METODOLOGÍA DE LOS TIPOS Y DISEÑOS DE ESTUDIO MÁS FRECUENTEMENTE UTILIZADOS EN INVESTIGACIÓN CLÍNICA. *REVISTA MÉDICA CLÍNICA LAS CONDES*, 30(1), 36-49. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.RMCL.2018.11.005](https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005)
- MINAM. (2018). EN EL PERÚ SOLO SE RECICLA EL 1.9% DEL TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REAPROVECHABLES. [HTTPS://WWW.MINAM.GOB.PE/NOTAS-DE-PRENSA/EN-EL-PERU-SOLO-SE-RECICLA-EL-1-9-DEL-TOTAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-REAPROVECHABLES/](https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/)
- MINAM, M. DEL A. (2019). INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL AÑO 2014 Y ACTUALIZACIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE LOS AÑOS 2000, 2005, 2010 Y 2012. [HTTP://INFOCARBONO.MINAM.GOB.PE/ANNIOS-INVENTARIOS-NACIONALES-GEI/INGEI-2014/](http://infocarbono.minam.gob.pe/annios-inventarios-nacionales-gei/ingei-2014/)
- OJEDA, S. LOZANO, G; QUINTERO, M. W. K. S. C. (2008). PERIODO ESTACIONAL: EL CASO DE UNA CIUDAD MEXICANA. I SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESIDUOS, 23-24.
- OLIVO, MARÍA DE LOURDES, & SOTO-OLIVO, ALEJANDRA. (2010). COMPORTAMIENTO DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LAS TEMPERATURAS ATMOSFÉRICAS CON SUS ESCENARIOS DE INCREMENTO POTENCIAL. *UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 14(57), 221-230. RECUPERADO EN 1 DE ABRIL DE 2021, DE [HTTP://VE.SCIOLO.ORG/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S1316-48212010000400002&LNG=ES&TLNG=ES](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212010000400002&lng=es&tlng=es).
- ORGAZ, F. (2018). EDUCACIÓN AMBIENTAL. DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE, FEBRERO. [HTTPS://WWW.EUMED.NET/REV/DELOS/31/FRANCISCO-ORGAZ.HTML](https://www.eumed.net/rev/deelos/31/francisco-orgaz.html)
- PERAZZOLI, B. E., PAULETTI, V., QUARTIERI, M., TOSELLI, M., & GOTZ, L. F. (2020). CHANGES IN LEAF NUTRIENT CONTENT AND QUALITY OF PEAR FRUITS BY BIOFERTILIZER APPLICATION IN NORTHEASTERN ITALY. *REVISTA BRASILEIRA DE FRUTICULTURA*, 42(1), 0-1. [HTTPS://DOI.ORG/10.1590/0100-29452020530](https://doi.org/10.1590/0100-29452020530)
- QUIROZ, J. T., & IZAGUIRRE, M. G. (2014). GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL RESTAURANTE EL MESÓN - SANTA ANITA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS. EN TESIS.PUCP.EDU.PE. [HTTP://TESIS.PUCP.EDU.PE/REPOSITORIO/HANDLE/20.500.12404/13131](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13131)
- R, Y. (2020). DIGESTATO LÍQUIDO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO FERTILIZANTE: FRACCIONES DE CARBONO, FITOTOXICIDAD Y ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO. [HTTPS://DOI.ORG/10.3232/SJSS.2020.V10.N3.08](https://doi.org/10.3232/SJSS.2020.V10.N3.08)
- REINALDO, K., NACAZA, C., JAVIER, G., & CAHUATILLO, M. (2010). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BIODIGESTOR PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS GRANJAS" PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO.
- RÍOS PÉREZ, I. J., SANTA CRUZ ALVITES, J. I., GALLARDO BAZÁN, E. C., LÓPEZ BALAREZO, J. A., & LÓPEZ BUSTAMANTE, N. LVONNE. (2015). VALORACIÓN DE LOS DESECHOS DE NARANJA GENERADOS POR LOS VENDEDORES AMBULANTES DE EXTRACTOS DE NARANJA DE LA CIUDAD DE HUACHO, AÑO 2014. *BIG BANG FAUSTINIANO*, 4(1). [HTTPS://DOI.ORG/10.51431/BBF.V4I1.218](https://doi.org/10.51431/bbf.v4i1.218)
- SAWATANI, D. E., MARTÍNEZ, G. A. E., & MARTÍNEZ, G. A. S. (2016). ESTUDO DE VIABILIDADE DE APLICAÇÃO DE TRIZ EM BIODIGESTOR CASEIRO. *ESPAÇOS*, 37, 14. [HTTP://WWW.REVISTAESPACIOS.COM/A16V37N27/16372715.HTML](http://www.revistaespacios.com/A16V37N27/16372715.html)
- SILPA KAZA, LISA YAO, PERINAZ BHADA-TATA, A., & WOERDEN, F. VAN. (2018). WHAT A WASTE 2.0 A GLOBAL SNAPSHOT OF SOLID WASTE MANAGEMENT TO 2050.
- SORIA, M., FREGOSO, S., FERRERA-CERRATO, R., BARRA, J., GONZÁLEZ, A., SANTOS, J.,

BORGES, L., & PEREYDA, G. (2001). LA BIODIGESTIÓN DEL PURÍN DE CERDO PARA PRODUCIR BIOMASA. *TERRA*, 19(4), 353-362. [HTTPS://WWW.REDALYC.ORG/ARTICULO.OA?ID=57319408](https://www.redalyc.org/articulo.OA?id=57319408)

VÖGELI, Y., RIU, C., GALLARDO, A., DIENER, S., & ZURBRÜGG, C. (2014). ANAEROBIC DIGESTION OF BIOWASTE IN DEVELOPING COUNTRIES. EN SANDEC: DEPARTMENT OF WATER AND SANITATION IN DEVELOPING COUNTRIES. [HTTP://WWW.EAWAG.CH/FORSCHUNG/SANDEC/PUBLIKATIONEN/SWM/DL/BIOWASTE.PDF](http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/swm/dl/biowaste.pdf)

ZANOR, G. A., LÓPEZ PÉREZ, M. E., MARTÍNEZ YÁÑEZ, R., RAMÍREZ SANTOYO, L. F., GUTIÉRREZ VARGAS, S., & LEÓN GALVÁN, M. F. (2018). MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE UN SUELO AGRÍCOLA MEZCLADO CON LOMBRICOMPOSTAS DE DOS EFLUENTES DE BIODIGESTOR. *INGENIERÍA INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA*, 19(4), 1-10. [HTTPS://DOI.ORG/10.22201/IFI.25940732E.2018.19N4.036](https://doi.org/10.22201/ifi.25940732e.2018.19n4.036)

APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL COMPACTA PARA LA MEJORA DE PRODUCCIÓN EN UNA PASTELERÍA

Compact linear programming
application for production
improvement in a bakery

 Kendrick Palma Solorzano
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 kendrick.palma@unmsm.edu.pe

 Shirley Flores Rojas
 Universidad Nacional de Trujillo
 shirley.flores@unmsm.edu.pe

 Claudia Tacillo Portocarrero
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 claudia.tacillo@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

El presente trabajo está enfocado en realizar la solución óptima con programación lineal de forma compacta acorde a buscar una solución ante las demandas de pasteles que pueda tener una empresa comercial, con el fin de maximizar el beneficio siguiendo un plan y orden adecuado de producción requerida para lograr abaratar costos y tener un mejor control de inventarios. Se basa en un modelo matemático enfocado en el inventario para controlar el producto final y sus existencias que permitan garantizar un flujo efectivo y disminución de costos. El modelo puede representar fielmente un sistema para mejorar la toma de decisiones en casos similares.

Palabras Claves: Programación lineal, Investigación de operaciones, Minimizar costos, toma de decisiones

This work is focused on realizing the optimal solution with linear programming in a compact way according to looking for a solution to the demands of cakes that a commercial company may have, in order to maximize the benefit following a plan and adequate order of production required for achieve lower costs and have better inventory control. It is based on analyzing the inventory to control the final product and its stocks to ensure effective flow and cost reduction. The model can faithfully represent a system to improve decision making in similar cases.

Keywords Linear Programming, Operations Research, Minimize Costs, Decision Making

1. INTRODUCCIÓN

La Pastelería como sector de económico comercial se dedica a la producción y comercialización de pasteles, siendo este un producto de consumo masivo el mismo que se distribuye zonas urbanas. En una empresa es importante que se pueda identificar sus procesos, para luego diseñar, medir y mejorar los mismos. Por lo general las pymes tienen conocimiento de sus tareas y actividades, pero se les dificulta identificar sus procesos e incluso no tener un control; entonces los problemas comienzan a la hora de gestionarlos. Una de las misiones de una empresa pequeña es llevar de manera constante los controles y el orden de cantidad de productos a ofrecer; así mismo un orden, disminución de costos innecesarios y calidad del producto. Todo lo mencionado impactará en el servicio ofrecido que luego se verá reflejado en el crecimiento y prestigio de la empresa.

Entonces el control y seguimiento del inventario es fundamental para los administradores de alimentos en empresas (Sherman, 2018).

Por ello Asencio Cristobal et al. (2017) manifestaron que "en el mundo competitivo en que se desenvuelven los negocios, es necesario desarrollar mecanismos de control interno que permitan a las empresas reducir sus costos para obtener mayor utilidad" (p.231)

En estas condiciones, se deben realizar esfuerzos desde diversos frentes para fortalecer las pymes. Salazar & Mancera (2017) señalan que en la actualidad la administración de inventarios es primordial para las empresas, ya que en ellos se encuentra una de las mayores inversiones de la organización.

Se podría decir que luego de la producción lo que queda en el inventario es capital en forma de materiales, ya que éstos tienen un valor para las compañías sobre todo para aquellas que se dedican a la venta de productos; es por eso que un inventario gestionado es de suma importancia, ya que le permite a la empresa seguir un plan de producción para cumplir con la demanda, reducir costos y competir en el mercado.

Bajo esta premisa, la mayoría de pequeñas empresas, necesitan mejoras, soluciones y toma de decisiones eficientes de las posibles soluciones.

La dificultad de tomar decisiones ante situaciones ha hecho que el hombre busque una herramienta o método que le permita tomar

la decisión adecuada de acuerdo a sus recursos disponibles y objetivos que persigue (Gómez et al., 2018)

Dichas soluciones pueden ser manejados mediante la programación lineal que planea actividades para lograr mejores resultados entre las alternativas de solución (Puente & Danilo, 2018). Esta herramienta les permitirá un crecimiento y un orden acorde a sus objetivos. Para el presente trabajo se decidió por la aplicación de la programación lineal de la investigación de operaciones.

La investigación de operaciones se ocupa de la resolución de problemas relacionados en actividades dentro de una empresa u organización teniendo como objetivo encontrar la solución óptima para un determinado problema mejorando la toma de decisiones.

1.1. Antecedentes

Desde hace unas décadas el estudio de investigación de operaciones en el área de programación lineal desarrollada al comienzo de la segunda mitad del siglo XX ha tenido impacto desde 1950 y en la actualidad es una herramienta de uso habitual en los países industrializados del mundo. Aboelmagd (2018) concluyó: "La investigación de operaciones, especialmente los modelos de programación lineal, se considera una de las herramientas más importantes utilizadas en aplicaciones de optimización en muchos campos de la ingeniería de producción y la producción en masa." (p. 4177).

Una de las herramientas de la investigación operativa es la programación lineal entonces van Dooren (2018) concluyó que : "(...) La programación lineal es una técnica matemática que permite la generación de soluciones óptimas que satisfacen varias restricciones a la vez" (p. 2).

El desarrollo tecnológico y sus mejoras en procesamiento computacional y capacidad de almacenamiento también juegan un papel importante en el desarrollo (Romero-Conrado et al., 2017). Por lo tanto, para estudiar tantos aspectos teóricos y prácticos de la investigación de operaciones, se puede obtener una versión clara y precisa de éstas a través de diversos textos. (Flores, 2020).

Además, la programación lineal (LP) tiene como objetivo optimizar una función objetivo lineal sujeta a restricciones de desigualdad lineal. (Oucheikh et al., 2018). Es un método de planificación muy útil para tomar decisiones que requieren una elección entre un gran

número de alternativas. Esta herramienta es de gran relevancia ya que se puede obtener una solución cuantitativa a problemas de diversos tipos o enfoques para tomar una buena decisión (Angeles, 2017). La importancia de su aplicación radica en su fortaleza para modelar problemas complejos y la posibilidad que tienen los usuarios para resolver modelos de gran escala mediante programas como Lingo que es utilizada para resolver problemas de programación lineal.

Por otro lado (Canseco-González et al., 2016) analizaron un modelo de programación matemática que fue resuelto mediante la técnica de ramificación y acotamiento disponible en un software comercial de optimización llamado Lingo

En cuanto a la investigación de operaciones (López et al., 2020) concluyeron. "La investigación de operaciones constituye una poderosa herramienta para la planificación de los recursos en el combate de pandemias ... afloran como herramientas útiles para la utilización eficiente de los recursos a disposición del combate de la COVID-19" (p.101).

La investigación permitió como herramienta útil para la utilización eficiente de los recursos a disposición del combate de la COVID-19 el cual permitió el mejoramiento de los problemas de transporte.

En cuanto a la programación lineal (Machuca de Pina et al., 2018) concluyeron: "con la potencia computacional actual la resolución de problemas de programación lineal mixta con este tipo de formulación permite optimizar empleando tiempos razonables y alcanzar una solución con magnitud de millones o decenas de millones de iteraciones" (p.114)

Los autores confirman la viabilidad de encontrar soluciones óptimas razonable de optimización mediante la programación lineal.

1.2. Objetivo

Mejorar la cantidad de producción del producto final de una empresa pastelera con la aplicación de programación lineal de forma compacta.

1.3. Objetivos Especificos

Mejorar el orden de planificación de las cantidades a almacenar del producto final de una empresa pastelera con la aplicación de programación lineal de forma compacta.

Reducir los costos de producción del producto final de una empresa pastelera con la aplicación de programación lineal de forma compacta.

1.4. Justificación

Actualmente con la aparición de nuevos competidores las empresas se encuentran con nuevas exigencias del mercado, entonces se hace indispensable para las empresas buscar alternativas distintas a los métodos de producción tradicionales. En el Perú sobre todo en las pequeñas empresas se tiene identificado los obstáculos y oportunidades que carecen, entonces para mejorar la productividad de la empresa se propone la aplicación de programación lineal que es aplicable a empresas como también para el caso a detallar.

Este trabajo busca utilizar un modelo matemático que permita la toma de decisiones acerca de la cantidad de pasteles se deben mantener en el inventario, ya sea por razones económicas y pedidos. Este modelo permitirá reducir al riesgo de pérdidas monetarias dentro de la empresa. Se puede afirmar que el estudio contribuirá con información para que la empresa pueda garantizar los resultados óptimos y evitar pérdidas por no haber controlado de una forma efectiva sus elementos directamente relacionados con el costo.

1.5. Limitaciones

La falta de tiempo para un desarrollo más completo del caso, por ejemplo, incluir variables de costo de insumos, productos y otros costos extra que influyen en el proceso de producción de las tortas. Carencia de antecedentes sobre investigaciones referente a cómo deben trabajar las pequeñas empresas involucrado especialmente a reducción de costos y mejoramiento de inventario en pastelerías.

1.6. Metodología

El trabajo de investigación corresponde según el tipo de datos a un estudio de carácter cuantitativo basada en la suposición de que es factible obtener un modelo matemático teórico que se aproxime a un proceso de la realidad.

En ese sentido la investigación operativa son técnicas o métodos cuantitativos que nos ayudan a implantar modelos de procesos de la empresa para tomar la mejor decisión. (Córdova Alarcón et al., 2020). Este es un trabajo que se puede plantear los modelos más cercanos a la realidad y analizar los resultados, por lo cual se basa en modelos matemáticos y técnicas para tomar una la mejor decisión.

Además, el trabajo desarrollado es de tipo correlativo estableciéndose una relación de causa y efecto, donde la reducción de costos

y mejora del área del inventario dependerá de la aplicación directa de las herramientas de la investigación operativa, esto es conocido como alcance de correlación entre las variables para el diseño experimental de la investigación.

(Hernandez, 2014) señala que "este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular" (p.93)

La correcta administración de producción e inventarios es uno de los principales retos en una Pyme, ya que involucra conocer la demanda, determinar el momento idóneo para realizar el abastecimiento, considerar el ciclo de pedido, gestionar el almacén entre otras actividades. Es por ello que se realizara una optimización.

Para el trabajo es necesario tener en cuenta los siguientes datos recolectados.

De la información ya procesada se obtuvo el costo de producir por unidad cada uno de los 5 pasteles

como también se tiene la demanda tomando como referencia en 5 meses distintos Tabla 1. Durante el proceso se toma en cuenta que se puede hornear por lo mucho 200 pasteles en promedio por mes. Los costos por pastel y la demanda de pasteles la cual se debe cumplir a tiempo, se proporcionan en la siguiente tabla.

Tabla 1: Costo y demanda por pastel

Producto	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5	
	Deman da	Cost o (S/ paste l)	Deman da	Cost o (S/ paste l)	Deman da	Cost o (S/ paste l)	Deman da	Cost o (S/ paste l)	Deman da	Cost o (S/ paste l)
Selva Negra	40	10.5	35	11.3	25	14.2	42	12.3	38	12.5
Tres Leches	20	14.5	45	12	28	15.1	36	14.8	46	14.5
Suspiro de lúcum a	35	11.5	46	14.5	45	11.8	21	13.5	25	13
Pastel de fresas	30	16	35	13	48	12.6	38	10.9	30	10.8
Deli Oreo	42	13.5	38	15.2	41	10.8	46	14.6	45	11.5

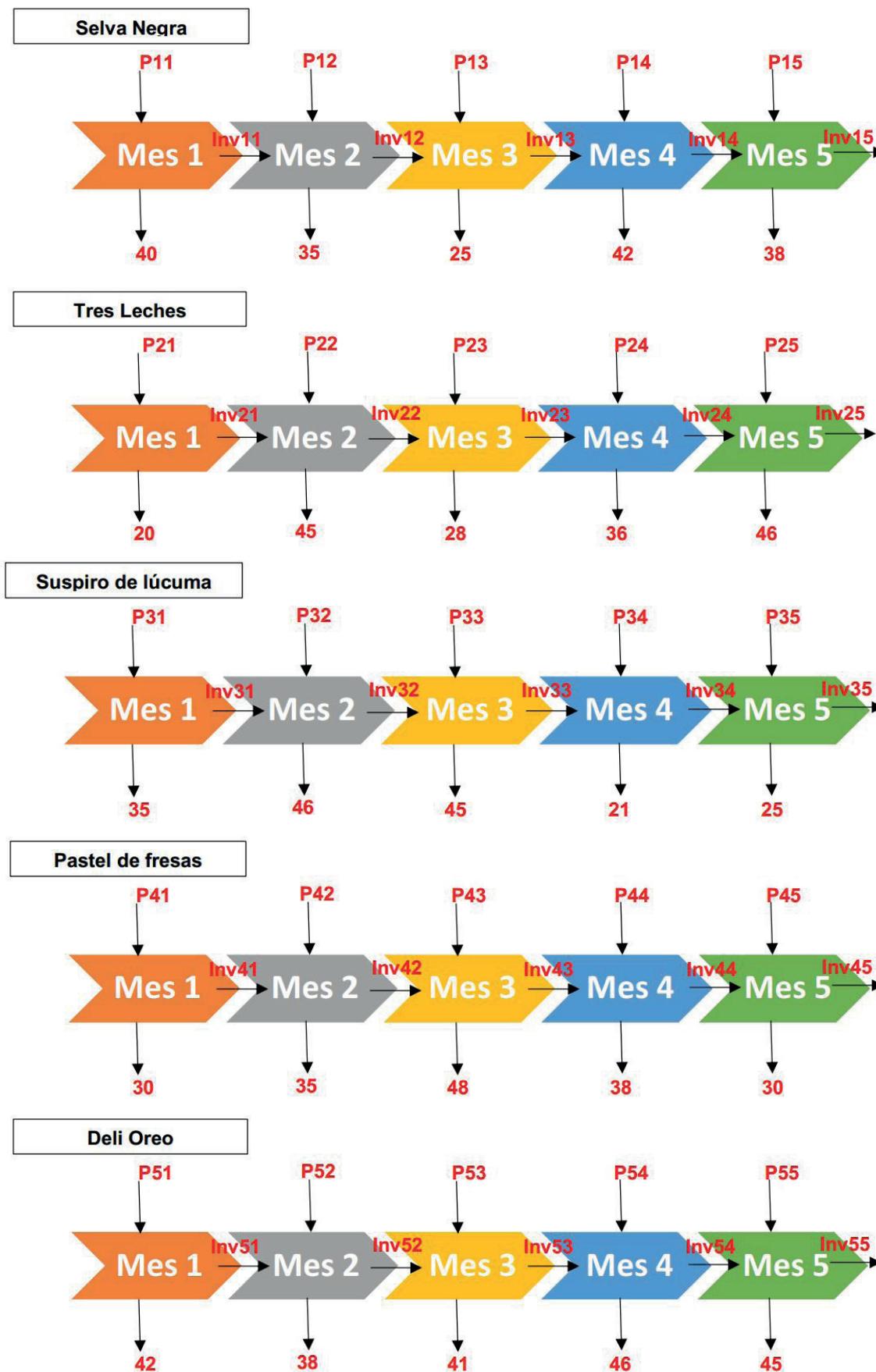
Fuente: Elaboración propia

Como referencia se determinó que cuesta en el inventario por cada mes S/. 1.9 conservar un pastel de Selva negra, S/. 1.8 conservar un pastel Tres leches, S/. 2 conservar un pastel de Suspiro de lúcum a, S/. 1.7 conservar un pastel de fresas y S/. 2 conservar un pastel de deli oreo.

En caso de no seguir un modelo de optimización y no utilizar el inventario, es decir se prepare la cantidad de pasteles que demanda los clientes y al precio que indica la Tabla 1 el costo total es de S/. 11 878.20.

Entonces una vez recopilado los datos lo siguiente es reunir un modelo pedido e inventario de los pasteles a realizar tomando de referencia 5 meses distintos seguidos.

Figura 1: Modelo demanda e inventario por pastel y mes



Fuente: Elaboración propia

Por último, es definir la técnica de procesamiento de datos a realizar en este trabajo, el cual será mediante el uso de un modelo de programación lineal de forma compacta "es la mejor forma de lograr el manejo eficiente de un modelo que puede considerarse complejo tanto por el número de variables como por el número de restricciones que comprende" (Cabrera, 2017, p. 51) . Todo con la finalidad de mejorar producción, mejorar la cantidad de pasteles que deben guardarse en el inventario y reducir el costo de la empresa.

Cabrera (2017) también nos dice que "En un modelo compacto tanto la función objetivo como las restricciones se definen en función de los índices que identifican los conjuntos de objetos que existen en el caso que se modela."(p. 51). La forma compacta en comparación de una forma extendida permite un mejor manejo y orden al momento de llevar la programación al programa lingo.

Entonces se empieza por reconocer los índices, variables de decisión para luego definir la expresión matemática que se llama función objetivo y la meta debe ser minimizar esa expresión. Finalmente se toma como referencia lo planteado en la Figura 1 y plasmar en un sistema.

Índices:

i=Paste(SNegra, TLeches, SLucuma, PFresas, DOreo)

j=Mes (1 2 3 4 5)

Variables de decisión:

P_{ij} = Producción del pastel i en el mes j (unidades)

INV_{ij} = Inventario de pastel i al final del mes j (unidades)

Datos:

CostoInv_i, Demanda_{ij}, CostoProd_{ij}

Modelo Compacto:

$$\text{Min} Z = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 1(\text{CostoProd}_{ij} * P_{ij} + \text{CostoInv} * \text{Inv}_{ij})$$

Sujeto a:

- $\sum_{i=1}^5 P_{ij} \leq 200$ $\forall j = 1,2,3,4,5$ → Restricción de Capacidad de producción de cada mes
- $0 + P_{ij} = \text{Demanda}_{ij} + \text{Inv}_{ij}$ $\forall i = 1, \dots, 5$ → Balance por pastel en el mes 1
- $\text{Inv}_{i-1} + P_{ij} = \text{Demanda}_{ij} + \text{Inv}_{ij}$ $\forall i = 1, \dots, 5$ → Balance por pastel y por mes
- $P_i, \text{Inv}_i \geq 0$ $\forall i = 1, \dots, 5$ $\forall j = 1, \dots, 5$ → No Negatividad

Para facilitar la formulación y solución del modelo de la forma compacta planteado se utilizó el programa lingo el cual es un lenguaje de programación que permite solucionar los problemas incorporados Llevado al Programa Lingo

Figura 2. Modelo costo e inventario implementado en Lingo forma compacta.

```

Sets:
Pastel / SNegra TLeches SLucuma PFresas DOreo / : CostoInv;
Mes / 1 2 3 4 5 / : ;
PxM(Pastel,Mes) : Demanda, CostoProd, P, Inv;
End sets

Data:
Demanda = 40 35 25 42 38
          20 45 28 36 46
          35 46 45 21 25
          30 35 48 38 30
          42 38 41 46 45;

CostoProd = 10.5 11.3 14.2 12.3 12.5
            14.5 12 15.1 14.8 14.5
            11.5 14.5 11.8 13.5 13
            16 13 12.6 10.9 10.8
            13.5 15.2 10.8 14.6 11.5;

CostoInv = 1.9 1.8 2 1.7 2;
End Data
!Funcion Objetivo;
Min = @SUM(PxM(i,j): CostoProd(i,j) * p(i,j) + CostoInv(i)*
Inv(i,j));
!Capacidad de Produccion de cada mes;
@for(Mes(j) : @SUM(Pastel (i) : p( i,j)) <= 200);
!Balance por pastel y por mes;
@for(Pastel (i) : 0 + p(i,1) = Demanda (i,1) + Inv(i,1));
@for(PxM(i,j) | j #GE# 2 : Inv(i, j-1)+p(i,j)= Demanda (i,j) +
Inv(i,j));
End
    
```

Fuente: Elaboración propia

El programa lingo a partir de la forma compacta programada también permite ver la forma extendida.
 Figura 3. Modelo costo e inventario implementando en Lingo forma extendida.

```

MODELO:
[ 1] MIN= 10.5 * P_SNEGRA_1 + 1.9 * INV_SNEGRA_1 + 11.3 * P_SNEGRA_2 + 1.9
*
  INV_SNEGRA_2 + 14.2 * P_SNEGRA_3 + 1.9 * INV_SNEGRA_3 + 12.3 * P_SNEGRA_4
+ 1.9 *
  INV_SNEGRA_4 + 12.5 * P_SNEGRA_5 + 1.9 * INV_SNEGRA_5 + 14.5 *
P_TLECHES_1 + 1.8 *
  INV_TLECHES_1 + 12 * P_TLECHES_2 + 1.8 * INV_TLECHES_2 + 15.1 *
P_TLECHES_3 + 1.8
  * INV_TLECHES_3 + 14.8 * P_TLECHES_4 + 1.8 * INV_TLECHES_4 + 14.5 *
P_TLECHES_5 +
  1.8 * INV_TLECHES_5 + 11.5 * P_SLUCUMA_1 + 2 * INV_SLUCUMA_1 + 14.5 *
P_SLUCUMA_2
  + 2 * INV_SLUCUMA_2 + 11.8 * P_SLUCUMA_3 + 2 * INV_SLUCUMA_3 + 13.5 *
P_SLUCUMA_4
  + 2 * INV_SLUCUMA_4 + 13 * P_SLUCUMA_5 + 2 * INV_SLUCUMA_5 + 16 *
P_PFRESAS_1 +
  1.7 * INV_PFRESAS_1 + 13 * P_PFRESAS_2 + 1.7 * INV_PFRESAS_2 + 12.6 *
P_PFRESAS_3
  + 1.7 * INV_PFRESAS_3 + 10.9 * P_PFRESAS_4 + 1.7 * INV_PFRESAS_4 + 10.8 *
  P_PFRESAS_5 + 1.7 * INV_PFRESAS_5 + 13.5 * P_DOREO_1 + 2 * INV_DOREO_1 +
15.2 *
  P_DOREO_2 + 2 * INV_DOREO_2 + 10.8 * P_DOREO_3 + 2 * INV_DOREO_3 + 14.6 *
  P_DOREO_4 + 2 * INV_DOREO_4 + 11.5 * P_DOREO_5 + 2 * INV_DOREO_5;
[ 2] P_SNEGRA_1 + P_TLECHES_1 + P_SLUCUMA_1 + P_PFRESAS_1 + P_DOREO_1<=
200;
[ 3] P_SNEGRA_2 + P_TLECHES_2 + P_SLUCUMA_2 + P_PFRESAS_2 + P_DOREO_2<=
200;
[ 4] P_SNEGRA_3 + P_TLECHES_3 + P_SLUCUMA_3 + P_PFRESAS_3 + P_DOREO_3<=
200;
[ 5] P_SNEGRA_4 + P_TLECHES_4 + P_SLUCUMA_4 + P_PFRESAS_4 + P_DOREO_4<=
200;
[ 6] P_SNEGRA_5 + P_TLECHES_5 + P_SLUCUMA_5 + P_PFRESAS_5 + P_DOREO_5<=
200;
[ 7] P_SNEGRA_1 - INV_SNEGRA_1 = 40;
[ 8] P_TLECHES_1 - INV_TLECHES_1 = 20;
[ 9] P_SLUCUMA_1 - INV_SLUCUMA_1 = 35;
[ 10] P_PFRESAS_1 - INV_PFRESAS_1 = 30;
[ 11] P_DOREO_1 - INV_DOREO_1 = 42;
[ 12] INV_SNEGRA_1 + P_SNEGRA_2 - INV_SNEGRA_2 = 35;
[ 13] INV_SNEGRA_2 + P_SNEGRA_3 - INV_SNEGRA_3 = 25;
[ 14] INV_SNEGRA_3 + P_SNEGRA_4 - INV_SNEGRA_4 = 42;
[ 15] INV_SNEGRA_4 + P_SNEGRA_5 - INV_SNEGRA_5 = 38;
[ 16] INV_TLECHES_1 + P_TLECHES_2 - INV_TLECHES_2 = 45;
[ 17] INV_TLECHES_2 + P_TLECHES_3 - INV_TLECHES_3 = 28;
[ 18] INV_TLECHES_3 + P_TLECHES_4 - INV_TLECHES_4 = 36;
[ 19] INV_TLECHES_4 + P_TLECHES_5 - INV_TLECHES_5 = 46;
[ 20] INV_SLUCUMA_1 + P_SLUCUMA_2 - INV_SLUCUMA_2 = 46;
[ 21] INV_SLUCUMA_2 + P_SLUCUMA_3 - INV_SLUCUMA_3 = 45;
[ 22] INV_SLUCUMA_3 + P_SLUCUMA_4 - INV_SLUCUMA_4 = 21;
[ 23] INV_SLUCUMA_4 + P_SLUCUMA_5 - INV_SLUCUMA_5 = 25;
[ 24] INV_PFRESAS_1 + P_PFRESAS_2 - INV_PFRESAS_2 = 35;
[ 25] INV_PFRESAS_2 + P_PFRESAS_3 - INV_PFRESAS_3 = 48;
[ 26] INV_PFRESAS_3 + P_PFRESAS_4 - INV_PFRESAS_4 = 38;
[ 27] INV_PFRESAS_4 + P_PFRESAS_5 - INV_PFRESAS_5 = 30;
[ 28] INV_DOREO_1 + P_DOREO_2 - INV_DOREO_2 = 38;
[ 29] INV_DOREO_2 + P_DOREO_3 - INV_DOREO_3 = 41;
[ 30] INV_DOREO_3 + P_DOREO_4 - INV_DOREO_4 = 46;
[ 31] INV_DOREO_4 + P_DOREO_5 - INV_DOREO_5 = 45;
END
    
```

Fuente. Elaboración propia

2. RESULTADOS

Como resultado se determinó el plan óptimo de producción e inventarios acorde a la demanda requerida

Tabla 2: Producción, Inventario y Demanda de pastel de Selva Negra

Selva Negra	Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Producción	40	41	19	42	38
Inventario	0	6	0	0	0
Demanda	40	35	25	42	38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Producción, Inventario y Demanda de pastel de Tres Leches

Tres Leches	Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Producción	20	73	0	36	46
Inventario	0	28	0	0	0
Demanda	20	45	28	36	46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Producción, Inventario y Demanda de pastel de Suspiro de lúcuma

Suspiro de lúcuma	Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Producción	68	13	45	21	25
Inventario	33	0	0	0	0
Demanda	35	46	45	21	25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Producción, Inventario y Demanda de pastel de Tres Leches

Suspiro de lúcuma	Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Producción	30	35	48	38	30
Inventario	0	0	0	0	0
Demanda	30	35	48	38	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Producción, Inventario y Demanda de pastel de Deli Oreo

Deli Oreo	Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Producción	42	38	87	0	45
Inventario	0	0	46	0	0
Demanda	42	38	41	46	45

Fuente: Elaboración propia

Costo total óptimo aplicado a las restricciones

Costo Total Optimo	S/. 11 720.00
--------------------	---------------

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el mes 1 se debe de producir 33 unidades más de la demanda del pastel de Suspiro de lúcuma para tener un inventario para el siguiente mes ya que es más barato el costo de inventario el mes 1 que producir el mes 2.

En el mes 2 se debe producir 73 unidades de pastel de Tres leches para cumplir la demanda de ese mes de 45 unidades y la demanda de siguiente mes de 28 unidades ya que es más barato el costo por inventario que el costo de producción del siguiente mes.

El pastel de fresas solo debe de producir lo que requiera la demanda ya que es no es recomendable tener guardado en inventarios.

Para el pastel de Deli Oreo en el mes 3 se debe de producir la demanda de ese mes y del mes siguiente, ya que el costo de producción en el mes 4 es elevado.

El costo total de producir los 5 pasteles en los 5 meses respectivos sin seguir un plan de inventarios nos daría un costo total de S/ 11 878.20 a comparación de seguir un plan de costo total óptimo que es S/ 11 720.00 el cual comparando con el resultado anterior permite ahorrar costos a la empresa.

4. CONCLUSIONES

El estudio concluye que la implementación de los modelos de optimización como la programación lineal de forma compacta puede ser utilizada por las Pymes como apoyo para la toma de decisiones y contribución hacia sus objetivos.

La programación lineal permite mejorar la cantidad de producción, tener un plan de

distribución de pasteles al momento de utilizar la capacidad del inventario y reducción de costos del producto final de la empresa.

El resultado permite saber que trabajar de manera eficiente con un gran número de variables de decisión se adaptaron muy bien al tratamiento algorítmico.

Estecaso da al modelo una característica dinámica que permite estudiar el comportamiento de la solución y el valor óptimo de mejora.

La empresa deberá evaluar el modelo a largo plazo por si quiere implementar más variedad de pasteles, cantidad de inventario disponible u otras restricciones.

5. REFERENCIAS

- ABOELMAGD, Y. M. R. (2018). Linear programming applications in construction sites. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 4177-4187. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.11.006>
- ANGELES, A. DE J. (2017). Aplicación de la investigación de operaciones. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 6(11). <https://doi.org/10.29057/icea.v6i11.2709>
- ASENCIO CRISTOBAL, L. R., GONZÁLEZ ASCENCIO, E., & LOZANO ROBLES, M. (2017). El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. *Retos*, 7(13), 123. <https://doi.org/10.17163/ret.n13.2017.08>
- CABRERA, E. (2017). Modelos de programación lineal, Guía para su formulación y solución (1era ed.) .Fondo Editorial. Universidad de Lima. Perú.
- CANSECO-GONZÁLEZ, A., SÁNCHEZ PARTIDA, D., ZUÑIGA ALCARAZ, C., & OLIVARES-BENITEZ BENITEZ, E. (2016). Aplicación de programación lineal para la asignación de horarios en una institución educativa mexicana. *Revista Ingeniería Industrial*, 15(2), 135-146.
- CÓRDOVA ALARCÓN, M. A., GÓMEZ BASTIDAS, E. R., & MERINO CASTILLO, V. M. (2020). Investigación Operativa I (1era ed.) . Universidad Central de Ecuador . Ecuador.
- FLORES, M. (2020). Fundamentos de la Investigación Operativa en las Ciencias Económicas. *Dominio de Las Ciencias*, 6(4), 1560-1573. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i4.1568>
- GÓMEZ, O., AGUILAR, R. DEL P., QUIZHPE, L., & QHIZHPE, Á. (2018). Investigación de Operaciones I : para la administración (1era ed.). Cidepro. Ecuador.
- HERNANDEZ, R. (2014). Metodología de la Investigación (6 ta ed.). McGraw-Hill. Mexico.
- LÓPEZ, Y., FERRER, H. ILDA, CABALLERO, Y., GUERRA, L., JUNCO, R., BENÍTEZ, I., RODRIGUEZ, A., & MADERA, J. (2020). Aplicación de la investigación de operaciones a la distribución de recursos relacionados con la COVID-19. *Retos de La Dirección*, 14(2), 86-105. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552020000200086&script=sci_arttext&lng=pt
- MACHUCA DE PINA, J., DORIN, M., & GARCÍA YI, A. I. (2018). Evaluación experimental de un modelo de programación lineal para el problema de ruteo de vehículos (VRP). *Interfases*, 1(11), 103-117. <https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2956>
- OUCHEIKH, R., BERRADA, I., & OMARI, L. (2018). Minimizing Cost Travel in Multimodal Transport Using Advanced Relation Transitive Closure. *Advances in Operations Research.Hindawi*, 2018,1-7. <https://doi.org/10.1155/2018/9579343>
- PUENTE, M., & DANILO, O. (2018). Programación lineal para toma de decisiones (1 era ed.). (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- ROMERO-CONRADO, A. R., CASTRO-BOLAÑO, L. J., MONTOYA-TORRES, J. R., & JIMÉNEZ-BARROS, M. (2017). La utilización de la investigación de operaciones como soporte a la toma de decisiones en el sector salud: Un estado del arte. *DYNA (Colombia)*, 84(201), 129-137. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.57504>

- SALAZAR, M., & MANCERA, P. (2017). Administración de inventarios, un desafío para las Pymes. *Inventio, La Génesis de La Cultura Universitaria En Morelos*, 13(29), 31-38. <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/262/815>
- SHERMAN, F. (2018). La voz de Houston. ¿Cómo Los Restaurantes Realizan Un Inventario Permanente? <https://pyme.lavoztx.com/cmo-los-restaurantes-realizan-un-inventario-permanente-8794.html> (Consultado el 2021-15-6)
- VAN DOOREN, C. (2018). A Review of the Use of Linear Programming to Optimize Diets, Nutritiously, Economically and Environmentally. *Frontiers in Nutrition*, 5(6).1-48. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00048>

MEMORIA ANUAL DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y CONFECCIONES

ANNUAL REPORT OF THE
PROFESSIONAL SCHOOL OF
TEXTILE ENGINEERING AND
APPAREL

RESUMEN

ABSTRACT

La Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones (EPITC) dentro de su política de transparencia pone a disposición de todos los interesados las Memorias de Gestión 2021, en donde se presentan las actividades realizadas durante el año que termina.

Al momento de escribir estas memorias, la pandemia en el Perú aun continua, si bien el país ha superado una segunda ola y todavía no hay indicios claros de una tercera, las medidas de emergencia siguen vigentes, sin embargo, esto no ha afectado las actividades de la escuela, las cuales se desarrollaron en su totalidad siguiendo las normas respectivas.

Cabe mencionar que en este año 2021, esta gestión asume el reto de dirigir la EPITC implementando una serie de medidas las cuales en gran parte fueron coordinadas con el resto de escuelas de la facultad y que además se presentan, en su gran mayoría, en este documento.

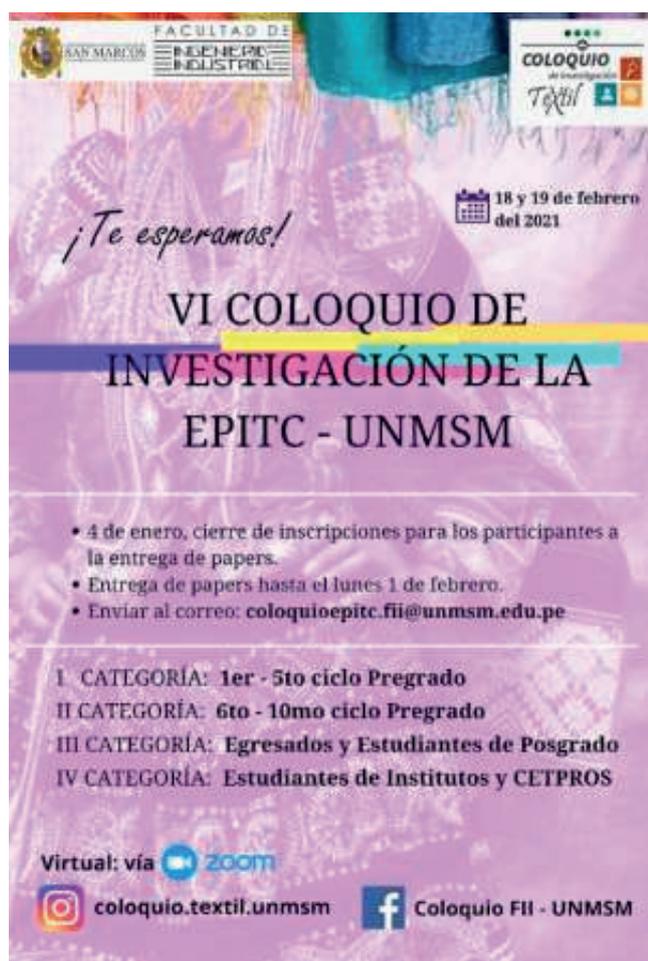
Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzás

Director de la EPITC

1. EVENTOS

1.1. VI CODITEX 2020

El CODITEX es el Coloquio de Investigación Textil, es un evento desarrollado anualmente por los alumnos de la EPITC. Debido a la pandemia, quedó pendiente la realización del VI CODITEX el año 2020, lo cual se regularizó el 18 y 19 febrero del 2021. La figura 1, muestra el volante y el detalle del programa de dicho evento.



El evento se realizó en forma virtual y tuvo una muy buena recepción, en su VI edición, demostró una vez más como la EPITC se va posicionando a través de estos eventos en el rubro textil y confecciones.

A continuación, las tablas 1, 2 y 3 presentan el equipo organizador.

Tabla 1: ALUMNOS ORGANIZADORES DEL VI CODITEX

Cargo	Apellido y nombre
Presidenta	Talavera Zelada Nicole Thania
Vicepresidente:	Pingo Palma Edgar Luis
	Vega Blácido Joseph Carlos
Finanzas	Bracamonte Flores Romi Rosicela (COORDINADOR)
	Suarez Llacta Giovanna (COORDINADOR)
	Huamani Antonio Marilyn Criss
	Castro Alegría Annel Carolina
	Ortega Barranzuela Lisbeth nicole
	Gongora Arrascue Daniela Linnette
	Meza Ruiz Sandibel Heidy
Marketing	Carrion Castromonte Melissa Ginger (COORDINADOR)
	De la Cruz Vega Flor de Fatima (COORDINADOR)
	Rivas Paredes Milagros Geraldine
	Perez Soria Rocio Milene
	Tello Jorge Nicole Emerita
	Portugal Fernández Mary Cruz
	Villanueva Torres Celin Yamila
	Espinoza Huaroc Gustavo
	Gurmendi Valenzuela Patricia Linda
	Bazan Soto Angie Mirella
Isquierdo Olortigue Aneli Ali	
Eventos Académicos	Berrospi Huamanhorqqe Isai (COORDINADOR)
	Flores Figueroa Gabriela Abigail (COORDINADOR)
	Almanza Soto Andrea Abigail
	Reyno Lume Pierina Pia
	Cáceres Chavez Jean Carlos Marcelo
	Quispe Callañaupa Pamela
	Linares Llempe Aylin Ashley
	Zelaya Contreras Franchesca Fatima
Hinostroza Vidal Liz Madeley	

Eventos (pasarela virtual)	Sotelo Sanchez Sheyla Mercedes (COORDINADOR)
	Lizarve Cahuana Katherine Isabel (COORDINADOR)
	Huamán Nureña Silvana Estela
	Hacha Chuctaya Marlene Yuvic
	Cuéllar Aguirre Silvia Natali
	Quispe Gonza Viky
	Mori Espinoza Deysi Gisela
	Paucar Martel Marithza Karen

1.2. VII CODITEX 2021

El 19 y 20 de agosto se llevó a cabo el VII CODITEX 2021, estuvo a cargo del equipo mostrado en las tablas 4, 5 y 6

Tabla 4: ALUMNOS ORGANIZADORES DEL VII CODITEX

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
Presidencia	Brenda del Rosario Sanchez Vicente
Vicepresidencia	Milagros Kely Busso Ccora
	Evelyn Liset Pacherras Monja
Secretario General	Fernando Adonnis Chalco Diaz
Área de Marketing	Bryan Gerson Ricalde Pozo (ORGANIZADOR)
	Jennifer Nicole Calizaya Oscoco (ORGANIZADOR)
	Diana Lucia Marcos Cahuaza
	Fariee Helen Salazar Nuñez
	Sheyla Yasmin Coral Quicaño
	Eillen Arteaga Ramos
	Lidia Raquel Sulca Quispe
Área de Eventos de Desfile	Nora Antonella Daga Espinoza (ORGANIZADOR)
	Rebeca Beatriz Buitrón Huanca (ORGANIZADOR)
	Isabel Estrella Aguilar Aguilar
	Meriann Marcela Aparicio Boslanga
	Kimberly Santa Cruz Leyva
	Sharon Lizbeth Félix Gutierrez
	Yanina Isabel Tuñoque Litano

Área de Académica	Adriana Chrisell More Silva (ORGANIZADOR)
	Marybell Viviana Montalvo Orozco (ORGANIZADOR)
	Mara Silvia Lipa Soraluz
	Judith Thalia Victorio Ramos
	Victoria Esperanza Rivera Miguel
	Hayde Flores Ayala
	Américo Barrera Campos
	Yeraly Mislam Barrios Melendez
Área de Finanzas	Jose Anthony Sanchez Sirlopu
	Jose Enrique Briceño Hurtado
	Johann Christopher Castilla Flores
	Adriana Maciell Obeso Aldave
	Josselyn Betzibell Romero Vilcapoma
	Julissa Yessenia Gabriel Yalico

Tabla 5: DOCENTES DE APOYO VII CODITEX

N°	Nombres y Apellidos
01	Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzás
02	Ing. Jorge Hugo Omar Arroyo Salazar
03	Ing. Nancy Elizabeth Barreda Gutierrez
04	Ing. Víctor Esteban Beltrán Saravia
05	Ing. Luis Antonio Evangelista Yzaguirre
06	Ing. Pedro Modesto Loja Herrera
07	Ing. Ana Maria Medina Escudero
08	Ing. Edgardo Aurelio Mendoza Altez
09	Ing. Jorge Enrique Ortiz Porras
10	Ing. Pedro Pablo Rosales Lopez
11	Mg Julio Alejandro Salas Bacalla
12	Dr. Oscar Rafael Tinoco Gomez
13	Mg. Ing. Luis Rolando Ruez Guevara

Tabla 6: PERSONAL ADMINISTRATIVO DE APOYO VII CODITEX

N°	Nombres y Apellidos
01	Cecilia Janett Valdivia Angulo

La mascota fue UTKU que significa algodón en quechua (ver figura 2), similar al VI CODITEX, este

evento fue un éxito logrando la participación de 258 participantes, cuyo detalle se muestra en la tabla 7



Figura 2: PRESENTACIÓN DE UTKU



Figura 4: CRONOGRAMA VII CODITEX (19 de agosto)

Tabla 7: DETALLE DE PARTICIPANTES VII CODITEX

TIPO	Cantidad	Porcentaje
Estudiantes de UNMSM	124	48%
Estudiantes de U. Externa	43	17%
Estudiantes de Institutos y CETPROS	69	27%
Técnicos profesionales	22	8%
TOTAL	258	100%

Finalmente, las figuras 3, 4 y 5 muestran el volante y el detalle del programa



Figura 3: VOLANTE DE INSCRIPCIÓN



Figura 5: CRONOGRAMA VII CODITEX (20 de agosto)

1.3. CITEXIM 2021

El Congreso Internacional Textil e Industria de la Moda (CITEXIM) 2021, se llevó a cabo del 17 al 20 de noviembre, siendo un éxito tanto en participantes como en ingresos para la FII. A continuación, se presenta el equipo organizador (ver tablas 8, 9 y 10)

Tabla 8: ALUMNOS ORGANIZADORES DEL CITEXIM 2021

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
Presidente	Evelyn Paola Laurel Quinto
Vicepresidente	Ingrid Sofia Cabanillas Otero
	Shelby Quispe Huanaco
Gerente	Rosa Angelica Tribeño Flores
Sub-Gerente	Daysi Susy Pardavé Alvarez
Organizador	Huerto Calixto Neiva Carolinda
	Paucar Escandon Cindy Vanessa
Gerente	Jose Espinoza Tecsi
Sub-Gerente	Diana Carolinda Andrea Paucar Gomez
Organizador	Josheli Ortiz Abanto
Colaborador	Romi Rosicela Bracamonte Flores
	Gabriela Abigail Flores Figueroa
	Evelyn Liset Pacherras Monja
Gerente	Tania Aimé Saravia Campó
Sub-Gerente	Silvia Fiorella Guillén Cruz
Organizador	Myryam Yoplac Navarro
	Julissa Jackelyn Ccalla Saavedra
Colaborador	Miguel Angel Gabriel Bernal Vicente
	Adriana Chrisell More Silva
	Angie Mirella Bazan Soto
	Jose Anthony Sanchez Sirlopu
Organizador	Gloria Angélica Castañeda Melchor
	Alexandra Fatima Mamani Guevara
Colaborador	Annel Carolina Castro Alegria
	Edgard Luis Pingo Palma
	Flor De Fatima De La Cruz Vega
Gerente	Irene Patricia Eche More
Sub-Gerente	Fiorella Brigitte Chavéz Casani
Organizador	Aracelli Gutierrez Condori
	Flor Alejandra Revilla Vergara
	Patrick Angel Peralta Baldeon
	Vanessa Liset Delgado Llantoy
Gerente	Katherin Salas Buleje

Organizador	Magna Maricely Zelada Alvarado
	Marybell Viviana Montalvo Orozco
	Eillen Arteaga Ramos
	Fariee Helen Salazar Nuñez

Tabla 9: DOCENTES DE APOYO DEL CITEXIM 2021

N°	Nombres y Apellidos
01	Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzás
02	Ing. Jorge Hugo Omar Arroyo Salazar
03	Ing. Nancy Elizabeth Barreda Gutierrez
04	Ing. Víctor Esteban Beltrán Saravia
05	Ing. Luis Antonio Evangelista Yzaguirre
06	Ing. Pedro Modesto Loja Herrera
07	Ing. Ana Maria Medina Escudero
08	Ing. Edgardo Aurelio Mendoza Altez
09	Ing. Jorge Enrique Ortiz Porras
10	Ing. Pedro Pablo Rosales Lopez
11	Mg Julio Alejandro Salas Bacalla
12	Dr. Oscar Rafael Tinoco Gomez
13	Mg. Ing. Luis Rolando Ruez Guevara

Tabla 10: PERSONAL ADMINISTRATIVO DEL CITEXIM 2021

No.	APELLIDOS Y NOMBRES
1	Barra García Nicolas Antonio
2	Valdivia Angulo Cecilia Janett

El evento se concentró en cuatro ejes temáticos:

Eje 1: Innovación textil y nuevas aplicaciones para la industria

Eje 2: Nuevos Emprendimientos y Desarrollo Sostenible

Eje 3: Competitividad en la Industria de la Moda y Nuevas Tendencias

Eje 4: Arte tradicional textil del Perú

En esta edición 2021, se estrenó la página web oficial del CITEXIM, cuyo enlace es el siguiente:

<https://industrial.unmsm.edu.pe/citexim/>

A continuación, las figuras del 6 al 12 muestran los detalles del evento



Figura 6: CRONOGRAMA CITEXIM p1



Figura 7: CRONOGRAMA CITEXIM p2



Figura 8: CRONOGRAMA CITEXIM p3



Figura 9: CRONOGRAMA CITEXIM p4



Figura 10: CRONOGRAMA CITEXIM p5



Figura 11: CRONOGRAMA CITEXIM p6

2. GESTIÓN

2.1. PREPARACIÓN DEL AUTOESTUDIO ICACIT

En enero del 2021, la EPICT junto con el resto de escuelas profesionales de la FII asumió el reto de presentarse a la acreditación internacional a través del ICACIT, institución especializada en la acreditación de programas de computación, ingeniería y tecnología en ingeniería.

A la fecha de preparación de la presente memoria la EPICT está por finalizar su informe de autoestudio, el mismo que será enviado a traducción al inglés y luego a evaluación por parte de ICACIT.

2.2. IMPLEMENTACIÓN DE FORMATOS ICACIT

Uno de los requisitos fundamentales para la acreditación en ICACIT es la implementación de formatos que permitan hacer la trazabilidad del avance en las clases, es por ello que desde el semestre 2021 I, en el campus virtual se ha implementado los siguientes formatos: elección de delegado, entrega de silabo, prueba de entrada e informe final del curso.

Estos formatos los llena el profesor y se generan automáticamente con los datos que ingresa, en todos los casos se incluye la firma holográfica.

2.3. FORMATOS DE TUTORÍA EN LÍNEA

Una de las tareas que debe realizar el docente tutor es la preparación de los informes de tutoría, los cuales anteriormente se realizaban en forma manual en unos formatos proporcionados por la EPICT, sin embargo y a fin de automatizar este proceso, en el campus virtual se implementó un módulo de tutorías en donde la escuela carga previamente a cada docente la relación de usuarios de alumnos bajo su tutoría, el docente genera la reunión con cada uno de ellos y al finalizar simplemente ingresa los datos de dicha reunión y al final de ciclo automáticamente se genera el informe de tutorías, reduciendo con ello la carga administrativa del profesor.

2.4. IMPLEMENTACIÓN DE DIRECTIVAS PARA CURSOS DE TALLER DE TESIS I Y II

El gobierno a través de la Ley N° 31183 aprueba el bachillerato automático para estudiantes universitarios durante los años 2020 y 2021, motivo por el cual se elabora e implementa durante el ciclo 2021 I la directiva correspondiente para lograr la culminación de la tesis tanto en el curso de Taller de Tesis I y II, de

tal forma que en el primero de ellos se presente como entregable el proyecto de tesis y en el segundo el borrador de tesis con un avance mínimo del 80%

2.5. ADAPTACIÓN DE LOS FORMATOS DE TESIS Y PLAN DE TESIS

Para facilitar un poco en trabajo de preparación tanto del plan como de la tesis, la EPICT preparó unos formatos en donde el alumno solo debe concentrarse en el contenido, ya que tanto los capítulos como acápite, ya están incluidos, también el tipo y tamaño de letra, así como su espaciado de tal forma que se pueda estandarizar la presentación de dichos documentos según las directivas de la UNMSM. Dichos formatos se pueden descargar en este enlace:

<https://industrial.unmsm.edu.pe/formatos-para-titulacion/>

2.6. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO INTERNO PARA LA EPICT

El monitoreo estadístico es muy importante en el desarrollo de las actividades de cualquier institución, bajo esa perspectiva es que la EPICT ha implementado un sistema interno de control estadístico en donde se pueda analizar la tendencia de indicadores clave como, por ejemplo: cantidad de ingresantes, cantidad de alumnos matriculados (total, por cursos, por sexo etc.), cantidad de alumnos con más de una desaprobación, tesis sustentadas entre otros. La data incluida parte en la mayoría de indicadores desde el inicio de actividades de la escuela.

Este sistema permitirá construir escenarios para la EPICT, identificar variables que puedan tener posibles problemas, establecer metas etc.

2.7. ESTANDARIZACIÓN DE LOS FORMATOS DE SILABOS

La estandarización de los sílabos es un requisito fundamental en toda escuela profesional, más aún si se tiene en cuenta la meta de postular a una acreditación internacional; es por ello que la EPICT, en coordinación con el resto de escuelas de la FII, ha preparado un formato estándar de silabo, el cual incluye, entre otros puntos, los resultados del estudiante esperados, rúbricas etc.; dicho formato se ha implementado desde el semestre 2021 I

2.8. IMPLEMENTACIÓN DEL COMITÉ CONSTITUYENTE

Como parte de los requisitos de ICACIT, la EPICT ha implementado su Comité Constituyente, el cual está integrado por tres comités: de gestión, consultivo y de estudiantes y egresados. A continuación, la tabla 11, muestra la composición al momento de redactar la presente memoria.

Tabla 11: COMITÉ CONSTITUYENTE EPITC

TIPO	CONSTITUYENTE	DESCRIPCIÓN
Interno	Comité de gestión	Medina Escudero Ana María
Interno	Comité de gestión	Mendoza Altez Edgardo Aurelio
Interno	Comité de gestión	Rosales López Pedro Pablo
Interno	Comité de gestión	Cabanillas Otero Ingrid Sofía
Interno	Comité de gestión	Meza Ruíz Sandibel Heidi
Externo	Comité consultivo	Julio Ugaz Curay
Externo	Comité consultivo	Nora Felices Arana
Externo	Comité consultivo	Carlos Silva Alache
Externo	Comité consultivo	José Domingo Acosta Iparraguirre
Interno	Comité de estudiantes y egresados	Edgard Luis Pingo Palma
Externo	Comité de estudiantes y egresados	Criss Fendy Oscco Llacchua
Externo	Comité de estudiantes y egresados	Mayra Gutiérrez Quispe
Externo	Comité de estudiantes y egresados	Natali Johanna Miranda Rivera

2.9. IMPLEMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS EDUCACIONALES Y RESULTADOS DEL ESTUDIANTE

Como parte de los requisitos de ICACIT y como parte de la mejora continua de la EPITC se implementó tanto los objetivos educacionales como los resultados del estudiante, el primer

caso se midió con egresados de la escuela y el segundo mediante una rúbrica enviada a los docentes de los cursos integradores.

Los cursos integradores están constituidos por cursos del último ciclo que para su desarrollo el alumno debe aplicar la mayor parte de los conocimientos aprendidos en los ciclos anteriores en la carrera.

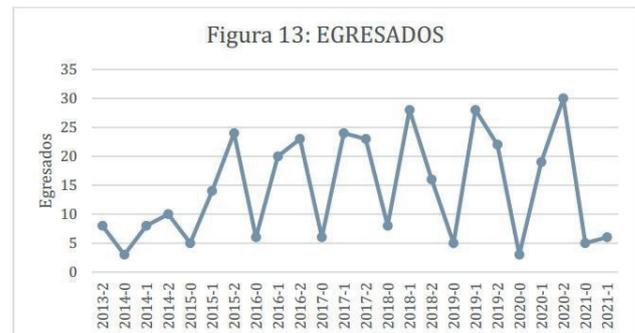
Dichos cursos son los siguientes:

- Taller de tesis ii
- Gerencia de operaciones
- Planeamiento estratégico
- Elaboración y evaluación de proyectos

Todos ellos del plan 2009, ya que al 2021 II del plan 2018 aún no se tiene estudiantes de los últimos ciclos.

3. ESTADÍSTICAS

A continuación, las figuras 12, 13, 14 y 15 muestran tendencias relacionadas al alumnado de la EPITC

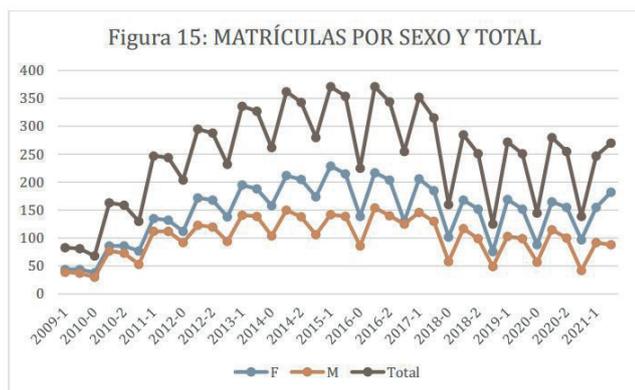


4. INDICADORES DE GESTIÓN

A continuación, la tabla 12 muestra los principales indicadores de la EPITC.

Tabla 12: PRINCIPALES INDICADORES 2021 EPITC

INDICADOR	CANTIDAD	UNIDAD
Ingresantes a la EPITC	43	Alumnos
Egresados (2021 I)	6	Egresados
Matriculas en curso (2021-0. I y II)	3589	Matriculas
Alumnos matriculados (2021-0, I y II)	656	Alumnos



OBTENCIÓN DE LA CÁSCARA DE NUEZ COMO MATERIA PRIMA PARA USOS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

Obtaining the walnut shell as a
raw material for uses with low
environmental impact

 Eva Colquehuanca Mamani
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 eva.coluehuanca@unmsm.edu.pe

 Javier Sayago Palpa
 Universidad Nacional de Trujillo
 javier.sayago@unmsm.edu.pe

 Geraldine Rivera Peña
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 geraldine.rivera@unmsm.edu.pe

 Nancy Barreda de Miranda
 Universidad Nacional de Trujillo
 Nancy.barreda@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad dar información importante referente al uso de productos que contienen un beneficio y más con el medio ambiente como el caso de la cáscara de nuez. El objetivo del presente artículo es explicar la obtención de materia prima hecha a base de cáscara de nuez y la respectiva elaboración de productos amigables con el medio ambiente, como por ejemplo un juguete fabricado con esta materia prima obtenida, también indicar el método utilizado para el respectivo análisis a través de una investigación en una observación documentada, como también se utilizó una metodología exploratoria, descriptiva y bibliográfica, las mismas que ayudaron a ampliar más lo conocimientos obtenidos. El reciclaje de la cáscara de nuez utilizados para obtener materia prima y con esta fabricar productos de bajo impacto, contribuye a la disminución de la contaminación del medio ambiente.

Palabras clave: materia prima, cáscara de nuez y bajo impacto.

The purpose of this research is to provide important information regarding the use of products that contribute to the care of the environment, such as walnut shells. The objective of this article is to explain the obtaining of raw material made from walnut shell and the respective elaboration of environmentally friendly products, such as a toy made with this, also indicate the method used for the respective analysis through an investigation in a documented observation, as well as an exploratory, descriptive and bibliographic methodology was used, the same that helped to expand more knowledge obtained. The recycling of the walnut shell used to obtain raw material and manufacture products with low environmental impact contributes to the reduction of environmental pollution

Keywords: raw material, walnut shell and low impact.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente estamos en busca de productos que no dañen el medio ambiente, por ello, obtener materia prima de frutos para realizar productos amigables con el medio ambiente es importante. Existen diferentes productos como la cáscara de coco, el agave, la cáscara de nuez y entre otros que se utilizan como materia prima para obtener objetos de bajo impacto ambiental.

La nuez pecanera (*Carya illinoensis*) también es conocida como nuez de la isla; es una especie del género *Carya* de la familia Juglandaceae perteneciente al reino Plantae de orden Fagales. Según Bustamante (2020) en su proyecto "Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de Nuez" indica que el fruto del nogal se divide en 4 partes:

1. Pelón: Es la parte más externa del nogal y consta de mesocarpio externo y epicarpio. Un indicador de que la nuez está madura para poder cosechar es la apertura de esta capa, ya sea resquebrajándose o abriéndose.
2. Cáscara: Consta de mesocarpio interno más endocarpio, es la capa que protege la semilla de agentes externos.
3. Semilla o pulpa: Es la parte comestible del fruto. Está formada por dos cotiledos, llamados comúnmente mariposas.
4. Tejido de embalaje o septum: Es una capa delgada que recubre la semilla.

La cáscara de Nuez

De acuerdo a la caracterización física de la cáscara de nuez de la especie *Juglans Regia*, posee las siguientes propiedades:

Tabla 1. Características físicas de la cáscara de nuez.

Característica física	
Dureza	2,5-3,5 Mohs aprox.
Peso específico	1,0-1,2 g/cm ³ aprox.
Densidad aparente	0,6 - 0,8 g/cm ³
Temperatura de ignición	170°C aprox
Temperatura de autoignición	270°C aprox.
Forma de grano	Angular

Origen	Vegetal, orgánico, biodegradable y ecológico.
Solubilidad	Insoluble al agua
Frente a combustión	Emite CO ₂
pH	Neutro
Cuidados	No es peligroso para la salud, pero por seguridad por el material participado se requiere mascarilla y protección ocular.

Cómo finalidad de esta investigación es utilizar la cáscara de nuez que es un residuo de esta, para utilizarlo como materia prima para el desarrollo de un material compuesto que sea generoso con el medio ambiente, luego estudiar las diversas aplicaciones para usos de bajo impacto ambiental. En consecuencia, se plantearon los siguientes objetivos: a) caracterizar el procedimiento para la obtención del material compuesto de la cáscara de nuez y, b) conocer la elaboración de objetos de bajo impacto ambiental.

2. METODOLOGÍA

Se desarrolló este trabajo basado en recopilaciones bibliográficas, de las cuales se pudo rescatar dos métodos de obtención de la cáscara de nuez como materia prima y los usos que se tiene de esta.

1. Primer método

Para poder obtener materiales a base de fibra de cáscara de nuez, que en su composición sea sustentable para causar un bajo impacto ambiental debemos clasificar por etapas las siguientes actividades para cumplir con nuestros objetivos.

A) Revisión literaria y selección de criterios

En la primera etapa, se procede a seleccionar los componentes de nuestro producto con la finalidad de reducir el impacto ambiental.

Con la finalidad de conocer el contexto de la separación de la cáscara de la nuez, observamos como ejemplo el pelado de cáscaras; se procede a la limpieza de la cáscara, molido de la cáscara de nuez, tamizado y secado.

Tabla 2. Objetivos de la ecoeficiencia (Lebni et al, 2000)

Objetivos de la Ecoeficiencia	
Reducción del consumo de recursos	Para minimizar el uso de energía, materiales, agua y tierra, mejorar la reciclabilidad y la durabilidad del producto, y cerrar los bucles de material
Reducción del impacto en la naturaleza	Para minimizar las emisiones atmosféricas, las descargas de agua, la eliminación de desechos y la dispersión de sustancias tóxicas, así como para fomentar el uso sostenible de los recursos renovables.
Aumentar el valor del producto o servicio	Para que, a través de la funcionalidad del producto, la flexibilidad y la modularidad, se proporcionen servicios adicionales, centrándose en la venta de las necesidades funcionales que los clientes realmente quieren.

B) Experimentación

Se define el procedimiento para la fabricación del producto, con las siguientes etapas: triturado, análisis del tamaño de partículas, tamizado y secado.

C) Validación

Comprobamos si el producto mostrado, al ser elaborado con los componentes de la cáscara de nuez resulta ser óptimo. Procedemos a comprobar el producto, mediante ensayos físicos y mecánicos, resistencia a agentes externos, pruebas de mecanizado, moldeado y evaluación.

Tabla 3. Desde el residuo: al rescate de la cáscara de nuez

Objetivo General		
Desarrollar un material compuesto medioambientalmente sustentable en base a cáscara de nuez para aplicaciones de diseño.		
Etapa	Objetivo Específico	Actividad
A. Revisión de literatura, selección de criterios y estudio de campo.	1. Caracterizar y definir los componentes del material con el fin de reducir los impactos ambientales que genera la industria de la madera.	- Revisión literaria. - Estado del arte. - Selección de criterios medioambientales sustentables. - Caracterización química de la cáscara de nuez.
B. Experimentación.	2. Componer y definir el procedimiento para la fabricación del material compuesto por el residuo y el aglomerante ya seleccionado.	- Definir procedimiento y parámetros para la conformación del material. - Componer el material.
	3. Evaluar las características físicas, mecánicas, de	- Ensayar el material (físico-mecánicas). - Ensayar trabajabilidad y moldeado del material. - Ensayar envejecimiento del material (UV y termitas).
Validación.	4. Validar el material mediante aplicaciones de diseño.	- Redactar las características fundamentales del material para diseñar. - Diseñar y fabricar prototipos para validar el material.

2. Segundo método

En el siguiente método, se trabaja con datos relacionados a la composición química de la fibra de la cáscara de la nuez.

Tabla 4. Composición química de la fibra de la cáscara de la nuez. Exploring the Potential of Betel Nut Husk Fiber as Reinforcement in Polymer Composites: Effect of Fiber Maturity

Composición	Cantidad promedio (%)
α-celulosa	53,20
Hemicelulosa	32,98
Lignina	7,20
Grasa y cera	0,64
Ceniza	1,05
Otros materiales	3,12

Se procede a remojar en agua a temperatura ambiente durante un plazo de 5 días, además del pelado a mano y un lavado con agua destilada, y secar en la estufa a 70 grados centígrados durante 24 horas.

Material compuesto biobasado con cáscara de nuez

Criterios de selección para la elección de la materia prima

Tabla 5. Criterio de selección para la elección de la materia prima. Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de nuez (Dominique Bustamante Paul,2020)

Tema	Criterio	Aplicación del criterio
Impacto ambiental	Conservar recursos naturales	Obedece a la utilización de residuos de la industria de la nuez como materia prima de otra cadena de producción.
Impacto ambiental	Reducir residuos	
Ecología industrial	Tendencia a sistema industrial ciclo cerrado	
Ecología industrial	Ahorro en la extracción y usos de recursos naturales	

Ecoeficiencia	Reducción de la intensidad de usos de materias primas	
Ecoeficiencia	Fomento de la reutilización y reciclaje de los materiales	
Ecoeficiencia	Optimización de recursos naturales	
Ecoeficiencia	Minimización de residuos y sustancias tóxicas	
Ecología industrial	Generación de redes entre las entidades participantes y el entorno	
Ecología industrial	Generación y mejora de puestos de trabajo	
Ecología industrial	Evitar sobreexplotación de recursos	Siendo una opción el uso de tableros aglomerados y por ende de sobreexplotación de suelos y tala de árboles

Se adhiere al uso de residuos de la industria de la nuez como materias primas de otra cadena productiva. Las cáscaras de nuez son solo un remanente de su ciclo de producción en la Industria, por lo que insertarlo en otro ciclo de producción genera beneficios sociales, económicos y ambientales

Criterios de selección para la elección del aglomerante

Tabla 6. Criterio de selección para la elección del aglomerante. Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de nuez (Dominique Bustamante Paul,2020)

Tema	Criterio	Aplicaci[on del criterio
Impacto	Proteger la	Sin
Ambiental	salud	emisiones de formaldehído No tóxico Consumo mínimo de energía en el proceso
Ecología industrial	Evitar la contaminación por arriba del límite	
Ecoeficiencia	Reducción del daño a la salud humana y medio ambiente	
Ecología industrial	Evitar sobreexplotación de recursos	No basados en petróleo, ni fuentes no renovables.
Ecología industrial	Obtención de energía de fuentes renovables	
Ecología industrial	Energía dependiendo menos de hidrocarburos fósiles	
Ecología industrial	Reducción de energías participantes en el proceso	
Características deseadas del adhesivo	Precios alcanzables acorde a adhesivos tóxicos utilizados en tableros existentes	Bajo costo

Para la elección del adhesivo se debe tener en cuenta los siguientes estándares:

1. No tóxico.
2. Consumo mínimo de energía en el proceso.
3. Biodegradable
4. Curado a baja temperatura y procesos escalables en una producción menor.
5. Bajo costo.

Criterios de selección para el producto final

Tabla 7. Criterio de selección para el producto final. Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de nuez (Dominique Bustamante Paul,2020)

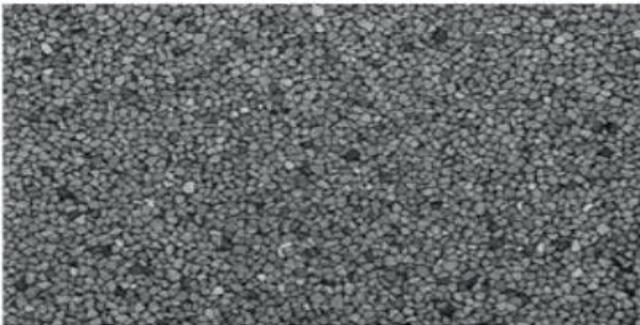
Tema	Criterio	Aplicación del criterio
Ecoeficiencia	Reducción de intensidad en uso de energía	En el proceso de manufactura del material biobasado en la cáscara de nuez
Ecoeficiencia	Aumentar el valor del producto	Producto con valor agregado
Ecología industria	Generación de redes entre las entidades participantes y el entorno	Con relación a la proyección de reducción en masa del material biobasado en cáscara de nuez
Ecología industrial	Generación y mejora de puestos de trabajo	
Características deseadas del material	Reducir residuos sin ser desechables	Biodegradable e bajo condiciones de compostaje
		Resistencia a la humedad
		Resistencia mecánica aceptable para el producto final

Para el producto final, se recomienda reducir el desperdicio y utilizarlo. Se convierte en un artículo no desechable biodegradable, resistente a la humedad. También busca cumplir con los criterios de evaluación relacionados con los criterios de evaluación en la producción de materiales y productos finales, como reducción. La intensidad del uso de energía, como la evitación de maquinaria compleja o industrial genera bajo consumo energético. Se agregaron estándares importantes relacionados con el diseño para generar valor al producto final.

Materiales realizados a base de cáscara de Nuez Nuxite

Es un material formado por cáscara de nuez y un polímero termoestable libre de compuestos orgánicos volátiles (COVs), esto lo hace accesible para poder darle un uso cotidiano.

Presenta un comportamiento similar a la madera maciza, debido a su alta densidad, peso liviano y baja absorción de humedad. Por ello es vendido para poder fabricar cubiertas de muebles.



Nuxite, compuesto de cáscara de nuez y resina epóxica (RustBrothers, 2017)

Material biodegradable basado en cáscara de nuez

Es un material compuesto basado en la cáscara de nuez como materia principal mezclada con un aglomerante biodegradable (PVAc), el cual es un adhesivo vinílico que le otorga resistencia a la tracción, no es tóxico, y tiene alta resistencia a la humedad. El producto final son tableros que pueden ser utilizados para la fabricación de juguetes, mesas, estantes, etc.

Material de cáscara de nuez y PVAc (Parodi Miranda, 2016)

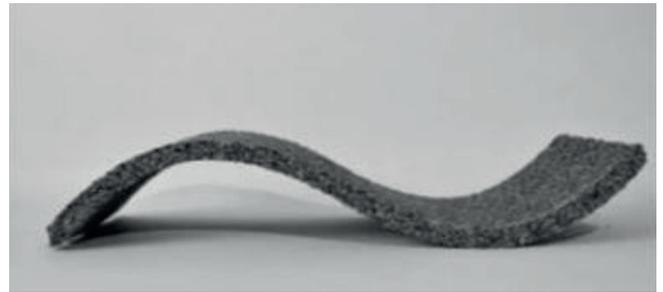


Tabla 1. Resumen de compuestos. Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de nuez (Dominique Bustamante Paul, 2020)

Tipo de residuo	Material	Residuo orgánico	Aglomerante	Mezcla	Producto fina
Partículas	Nuxite	Cáscara de nuez	Polímero termoestable	-----	Cubierta de muebles
	Shell Homage	Cáscara de nuez	Biopolímeros	-----	Pavimentos
	Material compuesto de cáscara de nuez y PVAc	Cáscara de nuez	Adhesivos (PVAc)	Prensado	Tableros

Adhesivos para materiales compuesto

El adhesivo es una sustancia en estado líquido que tiene la capacidad de mantener dos materiales unidos mediante la adhesión de superficies. Los adhesivos provienen de una fuente natural o sintética. Hay muchos productos en el mercado para unir materiales como la madera, según su composición y características. En el caso de materiales compuestos, se utilizan los adhesivos como matriz.

Adhesivos sintéticos no tóxicos utilizados en compuestos basados en madera.

Un adhesivo sintético no tóxico contiene un componente fundamental, que es un polímero de origen sintético, destaca su alta resistencia a la humedad, a los impactos y que es un adhesivo no inflamable fabricado industrialmente. Podemos encontrar el poliuretano a base de aceite de ricino, termoplástico no tóxico, presenta resistencia al desgaste, tracción, humedad y rayos UV; también encontramos el Acetato de polivinilo (PVA), polímero sintético orgánico no tóxico, se caracteriza por diluirse fácilmente en agua por lo que no es resistente a la humedad



Adhesivos sintéticos alternativos (Muñoz, 2019)

Usos de bajo impacto

Juguete

Se llegó a la idea de fabricar juguetes para niños con el material formado por la cáscara de nuez y el adhesivo, luego de observar las características que posee dicho material.

El aporte de utilizar los materiales desarrollados en este proyecto se basa en que se combina las ventajas de ambos, haciendo que el poliuretano haga del juguete un objeto que presente resistencia al desgaste y añadiendo una capa protectora para que sea brillante y fácil a la hora de limpiar. Los compuestos de cáscara de nuez promueven alternativas de fabricación que tienen procesos más sostenibles y utilizan menos energía y maquinaria, debido a que el material compuesto por cáscara de nuez puede ser moldeado sin la necesidad de utilizar prensas industriales o elementos torneados. La ventaja de utilizar este nuevo material es que puede devolverse a la tierra mediante abono o reutilizando sus ingredientes porque se puede reprocesar. El material presenta ingredientes no tóxicos, y el adhesivo utilizado es compatible con los alimentos, por lo que no existe ningún riesgo si un niño se lo lleva a la boca. En el primer método, el material puede tolerar volúmenes simples y no tiene vértices afilados, por lo que permanece consistente en las primeras etapas.

El juguete que se va a elaborar será para niños en un rango de edad de 3 hasta 6 años, será un juego didáctico con la finalidad de desarrollar la motricidad, el razonamiento lógico y la percepción visual, a través de formas simples y cotidianas en los niños.

En este caso, para hacerlo atractivo para los niños, se decidió utilizar colorantes alimentarios para colorear debido a los resultados del análisis perceptivo y el uso de conceptos. Finalmente, se utiliza un material de sellado de capa de poliuretano de base biológica para facilitar la limpieza y el manejo.



Juguete elaborado a base de cáscara de nuez. Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de nuez (Dominique Bustamante Paul, 2020)

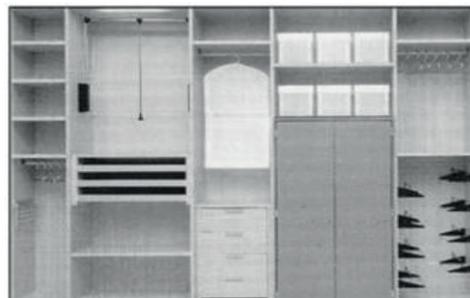
Armario

Luego de los estudios realizados se vio factible poder fabricar un armario utilizando el material Nuxite en vez de la madera. El Nuxite es un material de revestimiento biocompuesto con alta calidez, durabilidad y facilidad de fabricación. Es un material naturalmente resistente a las manchas, ligero y renovable como ningún otro.

Nuxite está hecho a base cáscara de nuez y un polímero termoestable. La cáscara de nuez es un subproducto renovable y sostenible, que le confiere alta densidad, baja absorción y ligereza al Nuxite.

A diferencia de las superficies sólidas acrílicas es accesible trabajar con Nuxite, debido a que puede cortarse, moldearse, mecanizarse y fabricarse de la misma manera y con las mismas herramientas que la madera dura. Nuxe es adecuado para utilizarse en la fabricación de superficies horizontales como tableros de mesas y escritorios, suelos y peldaños de escaleras, etc., y en aplicaciones verticales como revestimientos de paredes, componentes de armarios y muebles como frentes de puertas y cajones.

El armario que se fabricará contará con siete divisiones verticales, dieciséis divisiones horizontales y tres cajones. Para los acabados podemos utilizar cera en pasta, laca o poliuretano. Independientemente de que producto se use para el acabado este deber ser aplicado por ambos lados



Ikea. Revista El mueble No. 43 cocinas y baños. p.12

3. CONCLUSIONES

Se puede observar que con la cáscara de nuez se obtiene una materia prima con la que se puede realizar productos de bajo impacto ambiental, entre estos tenemos juguetes, estos son de un buen uso, debido a que los niños tienen una manipulación de estos hacia la boca, lo cual no les hará daño, a diferencia de algunos juguetes hechos de plástico (PVC) que contienen químicos nocivos

Podemos comprobar que, con el uso adecuado de métodos en la utilización de la cáscara de nuez, se logra la elaboración de productos ecológicos teniendo conocimiento de las propiedades de la materia prima.

Con la ejemplificación de los materiales compuestos podemos observar la utilización en los adhesivos sintéticos, este material nos otorga un contexto sobre los productos en la industria; como los juguetes reforzando nuestra meta sobre cuidar el medio ambiente y el cuidado del producto.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RUSTBROTHERS. (2017). Nuxite. Design, Build, Remodel. Microsoft Word -Nuxite_FAQ_10.21.10 (rustbrothers.com)
- DOMINIQUE P. (2020) Desde el residuo: Al rescate de la cáscara de nuez. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile.
- CERVANTES G., SOSA R., RODRÍGUEZ G., & ROBLES F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. Revista Académica de la FI-UADY, 13-1(Ingeniería), 63-70.
- MATERIA. (2017). Shell Homage: bioplastic made from eggshells and nutshells.
- MUÑOZ L. (2019). Valorización del carozo de durazno para el desarrollo de un material compuesto sostenible y potencial aplicación., Santiago.
- PARODI D. (2016). Desarrollo de un material compuesto biodegradable a partir de la utilización del residuo cáscara de nuez. (Diseñadora industrial), Universidad de Chile, Santiago.

OBTENCIÓN DEL COLORANTE NATURAL DEL ENDOCARPIO DE LA NUEZ Y SU CAPACIDAD TINTÓREA EN EL TEÑIDOTEXTIL

Obtaining the natural colorant from
the walnut endocarp and its dyeing
capacity in textile dyeing

 Fernando Chalco Diaz
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 fernando.chalco1@unmsm.edu.pe

 Sheyla Coral Quicaño
 Universidad Nacional de Trujillo
 sheyla.coral@unmsm.edu.pe

 Marithza Paucar
 Universidad Nacional Mayor de San Marcos
 marithza.paucar@unmsm.edu.pe

 Yanina Tuñoque Litano
 Universidad Nacional de Trujillo
 yanina.tunoque@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

Debido a la problemática actual de la contaminación ambiental generada por el excesivo uso de los colorantes sintéticos en la industria textil. La idea del retorno de los colorantes naturales podría considerarse una alternativa de solución, ya que son amigables con el medio ambiente y con el hombre. El presente trabajo titulado "Obtención del colorante natural del endocarpio de la nuez y su capacidad tintórea en el teñido textil", lleva como objetivo principal describir la obtención del colorante del endocarpio o cáscara de la nuez para su aplicación en el teñido, y como secundarios, el identificar la composición química de este mismo y la gama de tonalidades que se pueden obtener en diferentes fibras. Para ello, se hizo una revisión, selección y análisis de diversas fuentes bibliográficas que sirvieron para comprobar la veracidad de la información obtenida para proceder con los procedimientos experimentales.

Palabras clave: Nuez / nogal / colorante textil / cáscara de nuez / colorante natural

Due to the current problem of environmental pollution generated by the excessive use of synthetic dyes in the textile industry. The idea of the return of natural dyes could be considered as an alternative solution, since they are environmentally and human friendly. The present work entitled "Obtaining the natural dye from the endocarp of the walnut and its dyeing capacity in textile dyeing", has as main objective to describe the obtaining of the dye from the endocarp or shell of the walnut for its application in dyeing, and as secondary, to identify the chemical composition of this dye and the range of shades that can be obtained in different fibers. For this purpose, a review, selection and analysis of various bibliographic sources were made, which served to verify the veracity of the information obtained in order to proceed with the experimental procedures.

Keywords: Nut / walnut / textile dye / walnut shell / natural dye

1. INTRODUCCIÓN

Día a día las industrias utilizan un alto índice de compuestos que contaminan el medio ambiente; por lo que se vuelve indispensable que estas comiencen a tener cierta responsabilidad ambiental, es por ello que hoy en día, las industrias textiles, tienen que cumplir con dicha responsabilidad ambiental, es decir, transformar algunos procesos industriales para que su contaminación vaya disminuyendo progresivamente, o reutilizar insumos desechados en el proceso de producción. Uno de estos insumos es el fruto de nogal, el cual se implementa en la síntesis de aceites, fibras, entre otros, además, el desecho que se produce al usar el fruto es su endocarpio (cáscara), el cual puede reutilizarse en la producción de fibras, colorantes, tintes, entre otros.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo describir dos métodos de obtención de colorante a través de la cáscara de nuez, interpretando procedimientos de diversas fuentes bibliográficas confiables, además, identificar la variedad de tonalidades obtenidas del teñido de las telas con el uso de diferentes mordientes, y describir la composición química de la cáscara de nuez

2. OBJETIVOS

Objetivo Principal

- Desarrollar los métodos de obtención del colorante de la cáscara de la nuez para el teñido de textiles.

Objetivos secundarios

- Exponer la variedad de tonalidades obtenidas del colorante de la cáscara de la nuez para el teñido de textiles.
- Describir la composición química del colorante de la cáscara de la nuez.

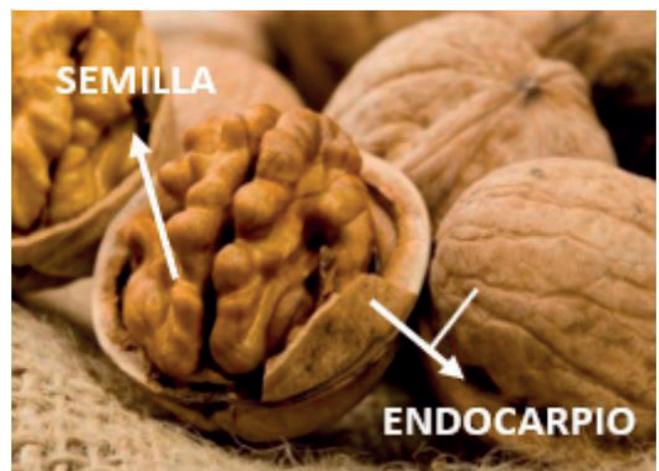
3. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo y experimental; en el que se ha recopilado información de diversas fuentes bibliográficas para desarrollar los procesos experimentales y así exponer los objetivos establecidos.

3.1. Descripción de la nuez

Para Comenuez (2012) citado por Ríos (2013), la nuez es una drupa constituida por un endocarpio (cáscara) y la semilla (fruto carnoso), que se desprende de una capa verde adicional que la envuelve durante su maduración en el árbol de Nogal. Considerado como un fruto seco con un gran valor nutricional, con vitaminas (A, E y K), carbohidratos, minerales (potasio, magnesio, calcio), proteínas, fibras y grasas.

La cáscara de la nuez o endocarpio se caracteriza por su "textura dura, lignificado y arrugado" que además "se compone de dos valvas, con su interior dividido incompletamente en dos o cuatro celdas y la semilla (la fracción comestible) en dos o cuatro lóbulos, los cuales se mantienen divididos por un tabique central." (pp. 2)



3.2. Taxonomía del árbol de la nuez o Nogal

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
- Orden: Juglandales
- Familia: Juglandaceae
- Género: Juglans. (Luna, 2015, pp.22-23)
- Especies: Nuez de castilla, nuez cáscara de papel, nuez de macadamia, nuez de la india, etc.

3.3. Usos del colorante de la cáscara de nuez como tinte

La cáscara de nuez, por sus componentes químicos, puede ser implementada en la síntesis de colorantes, ya sea colorantes para su uso en el teñido de telas o colorantes para el teñido de cabello.

- Tinte de ropa

La cáscara de nuez es reutilizable para la síntesis de colorante en productos textiles, además, dependiendo el tipo de tela o fijadores, puede variar la tonalidad del color de teñido.

- Tinte de cabello

La cáscara de nuez es reutilizable para la síntesis de tinte de cabello, lo cual, además de ofrecer un color oscuro, sujeto a variables de producción, también ayuda a mejorar la resistencia del cuero cabelludo.

3.4. Proyecto sostenible con el uso de la cáscara de nuez

Iniciativa Lurrekolore: Reutilizar las cáscaras de nuez de las sidrerías Lurrekolore es un proyecto realizado conjuntamente por el departamento del ambiente, la asociación de sidra natural de Gipuzkoa (España), las empresas Ternua y Archroma; que debido a la preocupación ambiental del uso excesivo de químicos en la industria textil, buscan darle una vida útil al residuo de la cáscara de nuez, a través de su utilización como colorante en prendas deportivas de la marca Ternua. "El proceso de recogida consistirá en depositar las cáscaras de las nueces en unos cuencos especiales que estarán disponibles en varias sidrerías de Gipuzkoa. El personal de la sidrería deposita las cáscaras en un contenedor específico facilitado por el Departamento de Medio Ambiente. Las cáscaras recogidas se triturarán y a partir de ellas Archroma fabricará un colorante orgánico final, con las mismas prestaciones que los colorantes sintéticos, que Ternua empleará en sus prendas deportivas." (Diputación Foral de Gipuzkoa, 2018)



Fig. 2. Proyecto LURREKOLORE.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Métodos de obtención

4.1.1 Método 1: Método artesanal para obtener colorante de la cáscara de la nuez

Materiales:

- Bicarbonato de sodio
- Vinagre
- Recipiente hondo
- colador
- Agua
- 100 g de cáscara de nuez

El proceso de obtención del colorante de la cáscara de la nuez resulta con el método artesanal, con

los siguientes pasos:

- Remojar durante un día las nueces.
- Separación de la cáscara y el fruto carnosos.
- Triturar la cáscara de nuez hasta obtener restos pequeños para facilitar la obtención del colorante.



Fig. 3. La nuez y su trituración

- En un recipiente con 1000 ml de agua se le agrega la nuez triturada y se coloca al fuego durante 9 a 10 horas aproximadamente hasta obtener un color oscuro.



Fig. 4. Cocción y filtrado para obtener el colorante.

- Dejar reposar el colorante obtenido para luego filtrar tres veces hasta, dejar la menor cantidad de impurezas.

- En un recipiente hondo llevado al fuego colocar 500 ml de agua pasado 5 min se le agrega el mordiente luego de unos minutos se introduce la tela y se deja aproximadamente 5 min , se retira la tela para tenderla a secar; luego para retirar el exceso de mordiente se introduce en agua, esto se repite en los diferentes mordientes utilizados.



Fig. 5. La aplicación del mordiente en las telas.

- En un recipiente llevado al fuego se coloca el colorante y la tela con el mismo mordiente durante 1h aproximadamente hasta que logre teñirse.
- Terminado el proceso se extrae para dejarla secar.



Fig. 6. Teñido y secado de las telas.

4.1.2 Método 2: Método de maceración para obtener colorante de la cáscara de la nuez

El proceso de obtención del colorante de la cáscara de la nuez resulta con el proceso de maceración y colado.

Maceración:

Materiales:

- Recipiente opaco y cerrado herméticamente
- Vaso de medición
- Balanza electrónica
- Medio litro de etanol
- Medio litro de agua
- 100 gr. de cáscara de nuez
- 50 gr. de sulfato de aluminio
- Colador



Fig. 7. Materiales

El proceso de maceración para obtener el colorante de la cáscara de la nuez tiene los siguientes pasos:

- Mezclar medio litro de etanol y agua, y agregar los 100 gr. de cáscara de nuez.
- Dejar macerar un periodo de 2 días en un lugar oscuro, en recipientes opacos, cerrados y sellados, sin movimiento.



Fig. 8. Mezcla de la cáscara de nuez, alcohol y agua



Fig. 9. Envase mezcla



Fig. 10. Macerado de la cáscara de nuez

Teñido:

Materiales:

- 5 gr. de sulfato de aluminio (mordiente)
- tela riff
- Para el proceso de teñido se separa el tinte en 2 partes iguales, las cuales se

usan para teñir la tela riff sin mordiente y con mordiente. Se realizan los siguientes procesos:

Proceso de teñido sin mordiente:

- En una olla, se coloca medio litro del tinte y lo ponemos a calentar en fuego.
- Antes de que empiece a hervir, se coloca la tela a teñir y se deja hervir hasta que se evapore completamente el tinte.
- Ya evaporado el tinte, se procede a retirar la tela y a dejarla secar.

Proceso de teñido con mordiente:

- En una olla, se coloca medio litro de agua y se agrega 5 gramos de sulfato de aluminio (mordiente).
- Antes del primer hervor, se coloca la tela y se deja hervir hasta que todo el líquido se evapore.
- Ya evaporado el líquido, se retira la tela y se deja secar.

- Por otro lado, se coloca el tinte de cáscara de nuez en una olla y se pone a calentar; antes del primer hervor, se introduce la tela ya preparada con el mordiente anteriormente.
- De la misma manera, se deja hervir hasta que se evapore el líquido por completo. Se retira la tela, para finalmente ponerla a secar.

4.2. Tonalidades obtenidas en las fibras textiles

4.2.1 Por el método artesanal

La diferentes tonalidades de las fibras que pasaron por el proceso de teñido con el colorante obtenido del endocarpio de la nuez, resultan al emplear diversos mordientes que ayudan fijar el tinte para que el color no se desprenda de la fibra.

- Se coloca la fibra a remojar en agua transcurrido unos minutos se le agrega el mordiente y se eleva la temperatura, terminado ello se deja enfriar una hora para luego aplicar el tinte de nogalina obteniendo una tonalidad marrón oscuro.

Fibras\Mordientes	Sin mordiente	Bicarbonato	Vinagre
Algodón (fibra vegetal)			
Lana (fibra proteica)			
Poliéster (fibra sintética)			



Tabla 1. Tonalidades obtenidas 1.

Prueba de resistencia del color al lavado

Una vez teñido con la cáscara de nuez se procedió al secado para luego comprobar la solidez del color, lo sometemos al lavado con agua a temperatura ambiente durante unos minutos también se sometió al agua tibia donde sí hubo decoloración en algunas telas como se muestra en la siguiente tabla.

Fibras\Mordientes	Sin mordiente	Bicarbonato	Vinagre
Algodón (fibra vegetal)			
Lana (fibra proteica)			
Poliéster (fibra sintética)			
Algodón medicinal (prueba extra)			

Tabla 2. Tonalidades obtenidas después del lavado 1

4.2.2 Por el método de maceración

	Sin mordiente	Sulfato de aluminio
--	---------------	---------------------

Algodón		
---------	---	--

Tabla 3. Tonalidades obtenidas 2

Prueba de resistencia del color al lavado

Luego del proceso del teñido se comprueba la solidez del color en la tela; para esto, las dos muestras obtenidas anteriormente pasan por un proceso de lavado; el cual, provoca que las dos muestras pierdan un poco la tonalidad obtenida en el proceso de teñido. Para el proceso de lavado solo se utilizó agua a temperatura ambiente y las muestras; las cuales se lavaron solo dos veces dado que en el segundo lavado ya no desprenden ningún tipo de tinte.

Según el trabajo realizado por Lal et al. (2011), la determinación de la constitución química de la cáscara de la nuez (*Juglans nigra*) requiere de un análisis espectral (infrarrojo y por resonancia magnética nuclear) y químico después de una separación cromatográfica en columna, luego de pasar por un proceso de preparación como el secado en sombra, molido y purificación.

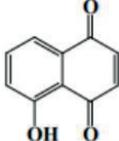
Los compuestos encontrados que le dan la respectiva tonalidad al colorante de la cáscara de la nuez en orden decreciente (respecto a su cantidad) son:

	Sin mordiente	Sulfato de aluminio
Algodón		

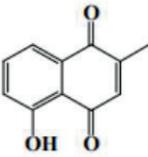
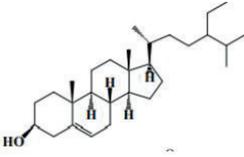
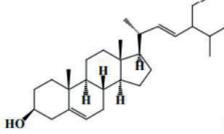
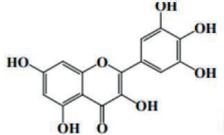
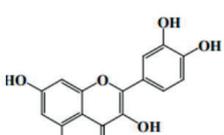
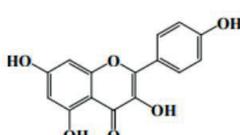
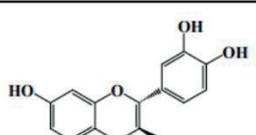
Tabla 4. Tonalidades obtenidas después del lavado 2

4.3. Composición química

Según el trabajo realizado por Lal et al. (2011), la determinación de la constitución química de la cáscara de la nuez (*Juglans nigra*) requiere de un análisis espectral (infrarrojo y por resonancia magnética nuclear) y químico después de una separación cromatográfica en columna, luego de pasar por un proceso de preparación como el secado en sombra, molido y purificación. Los compuestos encontrados que le dan la respectiva tonalidad al colorante de la cáscara de la nuez en orden decreciente (respecto a su cantidad) son:

Compuesto	Cantidad y color	Fórmula química
Juglona (5-hidroxi-1,4-naftoquinona)	26 g - naranja	 <chem>C10H6O3</chem>

Regilior

Plumbagina (5-hidroxi-2-metil-1,4-naftoquinona)	25 g - amarillo	 C ₁₁ H ₈ O ₃
β- sitosterol	410 mg - incolor	 C ₂₉ H ₅₀ O
Estigmasterol	380 mg - incoloro	 C ₂₉ H ₄₈ O
Miricetina	290 mg - amarillo	 C ₁₅ H ₁₀ O ₈
Quercetina	268 mg - amarillo	 C ₁₅ H ₁₀ O ₇
Kaempferol	230 mg - amarillo	 C ₁₅ H ₁₀ O ₆
Taxifolina	224 mg - marrón claro	 C ₁₅ H ₁₀ O ₇

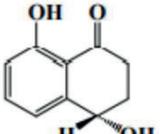
na	210 mg - incoloro	 C ₁₀ H ₁₀ O ₃	proporción (menores a 410 mg.), pero que igualmente presentan tonalidades amarillas, con excepción de algunas incoloras y el marrón claro de la Taxifolina.
----	-------------------	---	---

Tabla 5. Composición química de la cáscara de nuez.

5. CONCLUSIONES

Se recopilaron nueve compuestos químicos, entre ellos, los principales son la Juglona y la Plumbagina, que se encontraron en mayor cantidad que las restantes, con 26 g. y 25 g. respectivamente. Después de ellas, se aprecian los compuestos restantes encontrados en menor

- Es posible obtener colorante de la cáscara de nuez, para teñir las telas, gracias a los 2 métodos empleados, siendo el método artesanal el de mayor eficiencia por haberse obtenido una tonalidad más oscura en las telas

a comparación del teñido con el método de maceración. Cabe recalcar que la obtención del teñido de las telas es eficiente, ya que, las telas fueron teñidas del color característico de la cáscara de nuez, además, al someterlas al lavado (luego del teñido) las telas sin mordiente segregaron el tinte regularmente, mientras que las telas con mordiente segregaron el tinte mínimamente, lo cual pudo significar en una pérdida de tinte en las telas sin mordiente; sin embargo, todas las telas teñidas luego de ser sometidas al lavado mantuvieron el color del teñido, y la consecuencia de los lavados fue una reducción de color leve en las telas sin mordiente.

- El uso de la cáscara de nuez como colorante para el teñido en las fibras tiene un resultado óptimo por ambos métodos realizados, ya que, el color del teñido logra impregnarse y mantenerse (luego del lavado) en las fibras de algodón, lana, poliéster, algodón medicinal y tela riff, debido a las propiedades tintóreas que esta posee; además, se obtiene una variedad de tonalidades, desde un tono café claro, en su mayoría en telas con mordiente, a un marrón oscuro, en su mayoría telas sin mordiente. Luego del proceso de lavado de la tela, con y sin mordiente, pudimos observar que la tela sin mordiente disminuye su tonalidad de color que tenía antes de someterse al lavado, mientras que la tela con mordiente disminuye mínimamente su tonalidad de color que tenía antes de someterse al lavado; por ello, se puede concluir que los mordientes utilizados, bicarbonato de sodio, vinagre y sulfato de aluminio, ayudaron en absorber y mantener el tinte en la tela, es decir, el teñido tiene mayor consistencia.
- En la cáscara de la nuez se encuentran nueve compuestos químicos determinados por el análisis espectral del trabajo de Lal & al.; donde la Juglona (5-hidroxi-1,4-naftoquinona) y la Plumbagina (5-hidroxi-2-metil-1,4-naftoquinona), con tonalidades, naranja y amarilla respectivamente; son los compuestos que le dan el color marrón característico al colorante obtenido; debido a que estos están en

mayor proporción en la composición química; y esto es respaldado con la experimentación del teñido de las fibras textiles y la observación de las tonalidades.

6. REFERENCIAS

- BELÉN (2018). Usos de la cáscara de nuez. Ahorradoras. Recuperado de <https://www.ahorradoras.com/2018/09/usos-de-la-cascara-de-nuez/> (Visitado el 2021 - 07 - 25)
- CALLAU, C. (2015). La cáscara de nuez como materia tintórea y su aplicación en la reintegración de documento gráfico. (fin de grado). Universidad de Barcelona, España. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/100121> (Visitado el 2021 - 07 - 22)
- DIPUTACIÓN FORAL DE GIPUZKOA (2018). Lurrekolore: Reutilizar las cáscaras de nuez de las sidrerías creando un tinte natural. Recuperado de <https://www.gipuzkoa.eus/es/-/lurrekolore-proiektua-sagardotegietako-intxaur-oskolak-berrera-biltzea-ternua-markako-kirol-jantzietarako-tindunaturala-egiteko> (Visitado el 2021 - 07 - 21)
- LAL, CHHAGAN; RAJA, A.; PAREEK, P.; SHAKYAWAR, D.; SHARMA, K. Y SHARMA, M. (2011). Juglans nigra: Chemical constitution and its application on Pashmina (Cashmere) fabric as a dye. Recuperado de <https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/juglans-nigra-chemical-constitution-and-its-application-on-pashmina-cashmere-fabric-as-a-dye.pdf> (Visitado el 2021 - 07 - 22)
- LUNA, C. (2015). Influencia de la temperatura en el teñido de fibras proteínicas (queratina) con hojas de nogal. (Tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/1057/259.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Visitado el 2021 - 07 - 24)
- NABOR, A. (2019). Conoce las diferentes variedades de nueces. El Universal, recuperado de: <https://www.eluniversal.com>

com.mx/menu/conoce-los-diferentes-tipos-de-nueces (Visitado el 2021 - 07 - 23)

NUEZIBER (2020). Teñido natural con tinte de cáscaras de nuez bricolaje DIY. Granallas Naturales, recuperado de <https://granallas.com/2020/07/09/tenido-natural-con-tinte-de-cascaras-de-nuez-bricolaje-diy/> (Visitado el 2021 - 07 - 24)

OSCARIZ, M. (2016). Aprovechamiento de Residuos Agroforestales, con particular interés en los originados en explotaciones de Nuez Pecán (*Carya illinoensis*), por medio del cultivo de Hongos Saprófitos Saludables Ibéricos. (Tesis de Doctorado). Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/16680> (Visitado el 2021 - 07 - 23)

PORTAL OFICIAL DE LA FRUTA CHILENA DE EXPORTACIÓN. (26 de Febrero del 2021). Pronóstico Rabobank: Producción y exportaciones de nueces batirán récord en temporada 2020/21. Recuperado de <https://www.simfruit.cl/pronostico-rabobank-produccion-y-exportaciones-de-nueces-batiran-record-en-temporada-2020-21/> (Visitado el 2021 - 07 - 22)

Ríos, A. (2013). Extracción y aplicación de nogalina del pericarpio de la nuez de castilla. (Tesis de Pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/17176/25-1-16603.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Visitado el 2021 - 07 - 22)

ROMERO, O.; LÓPEZ, R.; DAMIÁN, M.; HERNÁNDEZ, I.; PARRAGUIRRE, J. Y HUERTA, M. (2012). Evaluación de residuo de cáscara de nuez (*Juglans regia* L.) en la producción de plántulas de *Pinus patula*, en vivero. *Agronomía Costarricense*, 36 (2), 103 - 110. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v36n2/a08v36n2.pdf> (Visitado el 2021 - 07 - 23)

WAPA (2020). Cáscara de nuez: Poderoso tinte natural para oscurecer el cabello de forma rápida. Recuperado de <https://wapa.pe/moda-y-belleza/1562276-cuidado-cabello-tinte-casero-natural-disimular-cana-s-pelo-cascara-nuez-tratamiento-belleza-remedios-caseros-fotos> (Visitado el 2021 - 07 - 22)

ESQUEMA DEL PROYECTO

PROJECT OUTLINE

1. DATOS INFORMATIVOS

1.1. Nombre del CETPRO: Industrial San Carlos
Av. El Sol s/n Cuadra 2 Urb. San Carlos San Juan de Lurigancho

1.2. Nombre del Proyecto:
PRENDAS PARA DAMA PROMOVIENDO EL CONSUMO RESPONSABLE

1.3. Nombre de la Empresa
"MUJER"

1.4. Nombre del producto:
"SUMAC SIRA CUY"

1.5. Dirección del CETPRO
Av. El Sol s/n cuadra 2 - Urb. San Carlos

1.6. Nombre del docente
Diana Alcántara Ponce

1.7. Directora del CETPRO
Dra. Milagros Fernández Ñaupari

1.8. Participantes
Verónica Pumpilia Nación Alegría

1.9. Localización del Proyecto:
El proyecto se llevará a cabo en la jurisdicción de la alumna Diana Verónica Pumpilia Nación Alegría (Las Flores, Paradero 22) en el distrito de San Juan de Lurigancho en el Departamento de Lima, Provincia de Lima, en la Costa Peruana a orillas del Mar (Océano Pacífico), a una distancia aproximada de 20 km. del centro de la ciudad de Lima.

San Juan de Lurigancho está ubicado en la parte noreste de la ciudad de Lima y perteneciente al Cono Este, el distrito limita al sur con los distritos de El Agustino y Cercado de Lima, al oeste con los distritos del Rímac, Independencia y Comas, al este con el distrito de Lurigancho- Chosica y al norte con la provincia de Huarochirí.

El distrito cuenta con vías de comunicación terrestres que permiten el fácil acceso a todas las localidades que comprende la jurisdicción. Las líneas de transporte público se encuentran conformadas por unidades que comprenden: Línea 1 del tren; Corredor Morado, automóviles, combis, microbuses y taxis.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Presentación del proyecto:
De acuerdo a la coyuntura el cual estamos atravesando nos vemos obligados a cambiar nuestros hábitos de trabajo, estudio y otras actividades cotidianas ya no de manera presencial sino de manera remota desde casa, desarrollando nuestra creatividad e innovando con diferentes recursos que tenemos dentro de ella.

Actualmente nos encontramos frente a retos a la reactivación económica y El aprendizaje que obtuvimos con las clases personalizadas de manera virtual en la familia de textil y confecciones. En el módulo: Confección de prendas de dama. Con la elaboración de prendas. La crisis pandémica del covid-19 nos permitió desarrollar técnicas y procedimientos para obtener un producto con control de calidad.

Es así que de esta manera se viene logrando un emprendimiento.

A continuación, se detalla:

- a. Indumentaria correcta de un trabajador de taller de confección de prendas y artículos textiles:

Un trabajador de un taller de confección debe estar correctamente uniformado:

- Mandil /guarda polvo
- gorro
- cubre boca
- zapato chato/bajo
- prenda en tela plana de preferencia

- b. Equipos y Herramientas:

- Mesa de trabajo/ trazo
- Juego de reglas
- Cinta métrica
- Tijera de tela
- Tijera de papel
- Piquetera
- Alfileres
- Máquina de costura recta
- Maquina remalladora
- Aguja de maquina recta
- Aguja de remalladora
- Pinza
- Aguja de mano

c. Materiales:

- Tela jeans- reciclado
- Hilo poliéster
- Tela corduroy
- Tela notex -reciclado
- Tela jersey
- Hilo para jeans
- Elástico
- Cierre
- Botones

Otros:

- Retazos de tela
- Papel molde/ craf
- Lápiz/ borrador
- Goma / cinta de embalaje

Costo de mano de obra:

Mano de obra por confección de prendas de vestir de dama S/. 10.00

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Costo de Producción por 1 carrito de compras.

Descripción	COSTO Por unidad
Costo de Materiales	28.40
(más) Mano de obra	10.00
Precio de costo	38.40
(más) Gastos indirectos 10%	3.84
Costo de Fabricación	42.24
(más) Gastos Administrativos 5%	2.11
COSTO DE PRODUCCIÓN	44.35

3. MERCADO (DEMANDA)

Nuestro público objetivo son las damas en general en el distrito de San Juan de Lurigancho, en la modalidad de venta y servicio en forma virtual, y entrega por delivery.

4. COSTOS Y PRESUPUESTOS DEL PRODUCTO

Costo de materiales:

Concepto	Unidad de Medida	Precio Unitario S/.	Cantidad	Total S/.
Tela jean reciclado	pantalón jean reciclado	10.00	2 pantalones tallas M	20.00
Retazos de tela	kilo	6.00	1 kilo	6.00
Hilo de jean	Cono	3.50	1/4 unid.	1.00
Cierre	Unidad	0.50	2 unid	1.00
Botones	Unidad	0.10	4 Unid	0.40
TOTAL				28.40

PRECIO DE VENTA

Descripción	COSTO Por unidad
Costo de Producción	44.35
(más) Utilidad 50%	22.17
Precio de Venta	66.52
(más) I.G.V. 18% del P. de V.	No contamos con factura

El Precio de Venta directo al consumidor será de S/. 71.79 soles por 2 pantalones de dama

5. PRESENTACION DEL ODUCTO Y EXPERIENCIA DEL EMPRENDIMIENTO.

Presentamos el producto a través de este proyecto.

Para la elaboración de las "PRENDAS DE VESTIR DE DAMA", tenemos que tener conocimientos previos de los materiales a utilizar para la elaboración de dicha prenda textil. Además de los procedimientos de confección.

Comenzando con el reciclado de la tela (prendas en jeans) la elección de pantalones jeans, ya que nos permite obtener mayor amplitud y resistencia de tela y sobre todo aportar a la bioseguridad a la no contaminación del medio ambiente y a su vez se puede utilizar dichas telas en diferentes artículos textiles (bolsos, fundadas,

carteras, morrales, monederos, neceser, sombreros, gorra, cubre bocas, llaveros entre otros) dando lugar a la innovación y moda sostenible reutilizando material en tiempos de pandemia, como la confección prendas de vestir de dama.

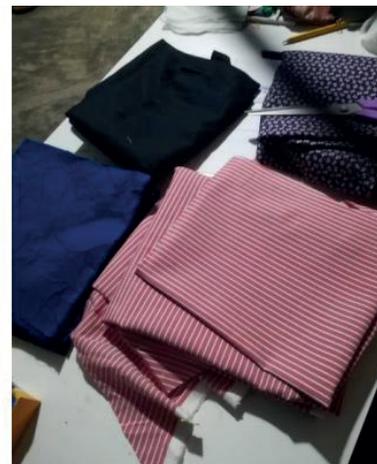
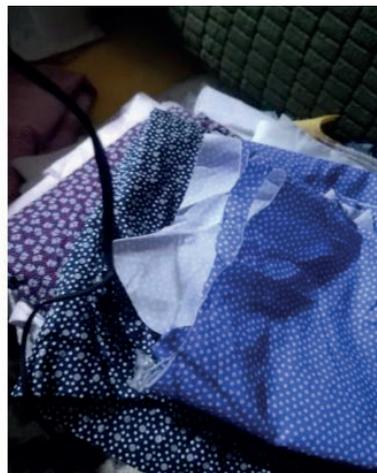


"MUJER" Prendas para dama promoviendo el consumo responsable



EXPECTATIVA DEL PRODUCTO: El presente diseño del producto fue elaborado con tela reciclada.

MATERIALES A UTILIZAR. -Es así como nos apoyamos en nuestro flujo grama de operación donde empezamos a seleccionar los materiales y el desarrollo paso a paso de acuerdo a la hoja de operación, de tal manera se aplica métodos y técnicas en la confección de "PRENDAS DE CONFECCIÓN DE DAMA", conociendo así materiales necesarios a emplear como:



TOMA DE MEDIDAS.

Se procede a la toma de medidas del largo y ancho según sea el modelo de la prenda de vestir.

TRAZO DE LAS PIEZAS.

Para obtener las piezas que conforman la prenda de vestir de dama según el modelo.



TRASLADO DE PATRONES - MOLDES:



TENDIDO Y CORTE DE PATRONES:

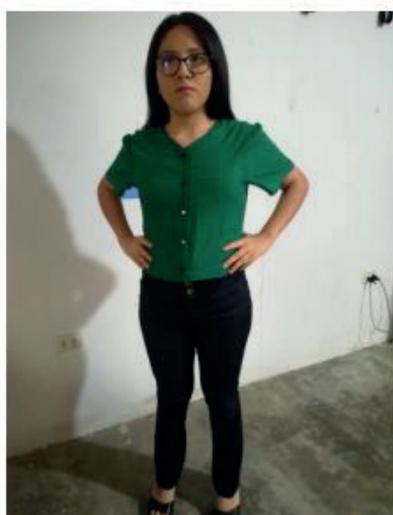


CONFECCION DE PRENDAS DE VESTIR DE DAMA



ACABADOS DEL PRODUCTO:





Experiencia:

Al estudiar el módulo de CONFECCION DE PRENDAS DE DAMA, aprendimos a aplicar técnicas de producción, así como los acabados y aplicaciones en prendas de dama; el flujo grama de operación y la hoja de operación, los cuales nos ayudaron a desarrollar las técnicas paso a paso de un inicio hasta el final del producto, con un control de calidad óptimo.

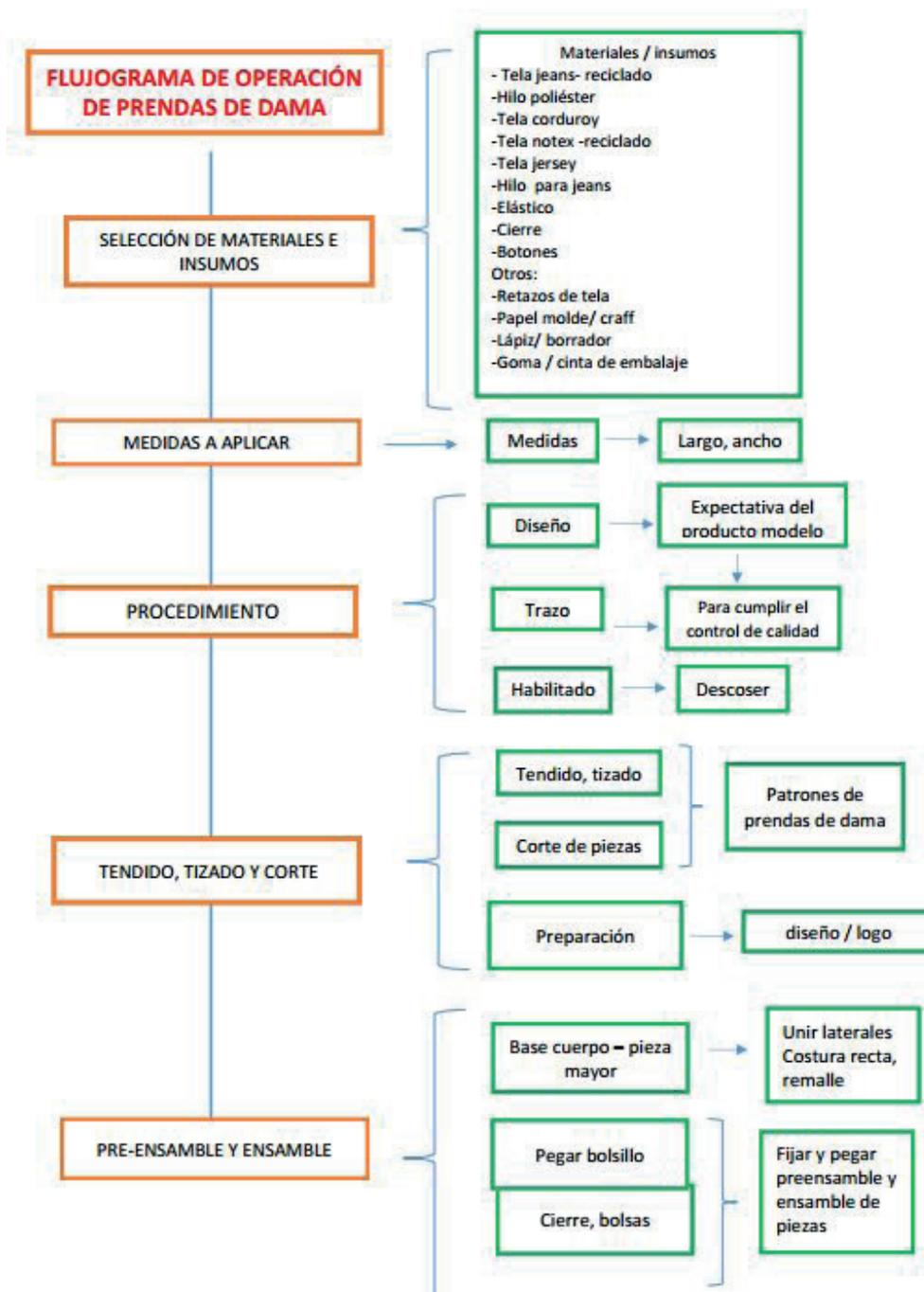
Realizando algunas preguntas a boca de urna sobre el uso de la ropa de dama. Se obtuvo una gran cantidad de respuestas positivas y el buen recibimiento del producto.

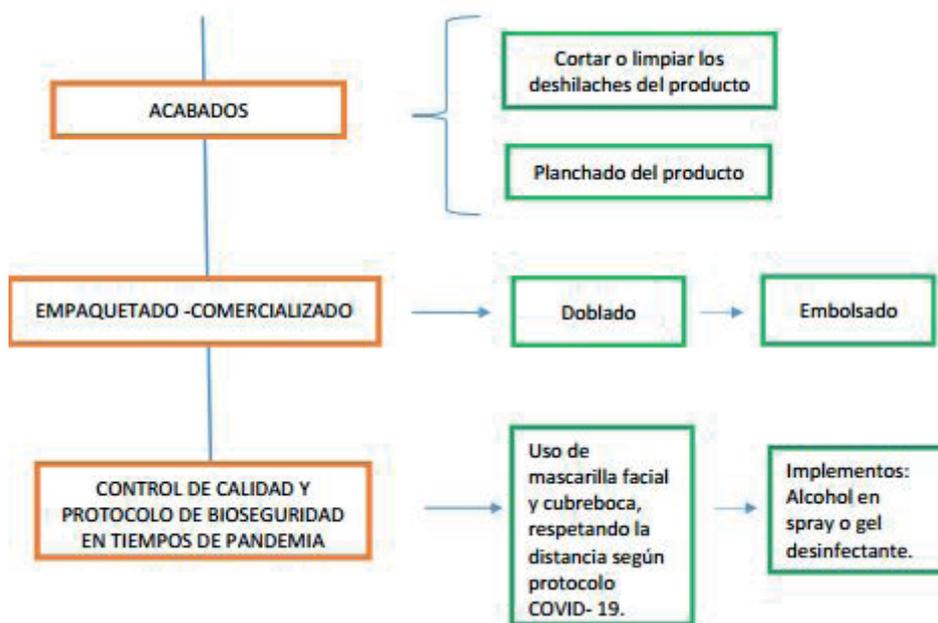
6. VIABILIDAD DEL PROYECTO

La viabilidad es una idea de negocio, cuando puede ponerse en marcha a corto o mediano plazo o en la fecha que el emprendedor se haya trazado.

Es así que este proyecto ha sido viablemente aceptado ya que al producirlo y al ser presentado a través de las redes sociales (Facebook) ya tenido un alcance óptimo al ser requerido para

su comercialización y consumo. Así mismo se ha cumplido con todos los protocolos de seguridad requeridos por el estado peruano.





El éxito no es casualidad. Es trabajo duro, perseverancia, aprendizaje, estudio, sacrificio y sobre todo, amor a lo que se está haciendo o aprendiendo a hacer.

Pele