



Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# REVISTA INDUSTRIAL 4.0

ISSN 2958-017x

Edición Impresa Nro. 9  
Junio 2024

## PRESENTACIÓN

El Revista Industrial 4.0, florece en su novena edición digital, en cinco años de fructífera labor de publicación de artículos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. La plataforma de la Carrera de Ingeniería Industrial, luce más que nunca como una palestra de la producción científica, que busca mostrar a la sociedad y al mundo, los ribetes de la generación de conocimiento de hombres y mujeres profesionales, que indagan nuevas vetas del saber.



M. Sc. Ing. Fernando Sanabria Camacho  
Director Instituto Investigaciones Industriales

Hoy más que nunca la academia necesita ser protagonista, en un contexto en el que la humanidad, busca soluciones a sus múltiples problemas de subsistencia. El propio desarrollo tecnológico, ha despegado sin medir consecuencias, efectos e impactos de tipo social y ambiental. La variable económica parece ser la que prevalece en todo momento, aunque carente de la consideración de las previsiones del riesgo. Por ello, es vital que la academia fortalezca sus instrumentos de gestión de la ciencia, tecnología e innovación, con visión de pertinencia y sostenibilidad.

Dicho proceso se consolida con la fase culminante de la difusión y transferencia de los resultados intermedios y finales, las lecciones aprendidas, los hallazgos, las innovaciones y el potencial de esperanza que los investigadores, deben mostrar y compartir. Por ello, la importancia de la oportunidad que la Revista Industrial 4.0 ofrece a la comunidad académica y científica de ingeniería industrial y las disciplinas complementarias. Por el impulso demostrado, sin duda, ocupará el sitio de las revistas especializadas indexadas de Latinoamérica, en el corto plazo.

*M.Sc. Ing. Fernando Sanabria Camacho*  
**Director Instituto Investigaciones Industriales**

**Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial**

**Dra. María Eugenia García Moreno  
Dr. Tito Estévez Martini  
Ing. Freddy Gutierrez Barea  
Ing. Miguel Muñoz Black  
Ing. Franz José Zenteno Benítez**

**Rectora  
Vicerrector  
Decano Facultad de Ingeniería  
ViceDecano Facultad de Ingeniería a.i.  
Director de Carrera Ingeniería Industrial**

**Revista Industrial 4.0  
Edición Impresa N° 9 - Junio 2024  
Impresa: ISSN 2958-017X  
En Línea: ISSN-L 2958-0188**

**Comite Editor:  
Ing. Mónica Lino Humerez  
Ing. Grover Sanchez Eid  
Ing. Fernando Sanabria Camacho**

**Diseño Versión Impresa & web:  
Ing. Enrique Orosco Crespo**

**Imagen Tapa:  
Carrera de Ingeniería Industrial**

**Imprenta:  
Walking Graf**

**Depósito Legal:  
4-3-68-20**

**Web:  
<https://industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40>  
Email:  
[revistaindustrial4.0@umsa.bo](mailto:revistaindustrial4.0@umsa.bo)**

**Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco  
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería  
TEI. 2205000-2205067, Int. 1402  
Campus Universitario, Cota Cota - calle 30**

## "ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON MICMAC EN LA COLORIMETRÍA TEXTIL"

### SELECCIÓN DE VARIABLES ESTRATÉGICAS

**Oswaldo Fernando Terán Modregón Ph.D.**

ORCID: 0000-0003-0965-8434

[ofteran@umsa.bo](mailto:ofteran@umsa.bo)

Recibido: 5 de mayo; aprobado: 01 de julio

#### RESUMEN.

Una preocupación constante siempre ha sido el futuro. En esa línea brota la Prospectiva como una disciplina que permite pronosticar el futuro mediante el Análisis Prospectivo. Una rama de la prospectiva es la prospectiva estratégica, una disciplina que delinea una serie de acciones para anticiparse al futuro y mediante la implementación su transformación. El método que se utilizará en la empresa industrial Cofitex Ltda. es la Prospectiva empresarial alusiva al estudio y análisis de posibles escenarios futuros para la empresa, basándose en la información actual y proyectando las tendencias emergentes. En la etapa de análisis se aplicó la técnica Brainstorming o lluvia de ideas con la cual se confeccionó una lista de 89 factores de impacto divididos en 9 dimensiones de la calidad de los productos. Seguidamente se aplicó el Método Delphi con un grupo de 18 expertos conformados por personal de compras, técnicos y operarios de clientes de COFITEX, emanando 38 variables seleccionadas para estudiar las relaciones de dependencia e influencia. Una herramienta del Análisis Prospectivo es la Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación y mediante su software MicMac permitió la selección de 16 variables estratégicas para la colorimetría textil.

#### PALABRAS CLAVES

MicMac, Análisis estructural, Variables estratégicas, colorimetría textil.

## **ABSTRACT.**

*A constant concern has always been the future. Along these lines, Foresight emerges as a discipline that allows forecasting the future through Prospective Analysis. One branch of foresight is strategic foresight, a discipline that outlines a series of actions to anticipate the future and, through implementation, transform it. The method that will be used in the industrial company Cofitex Ltda. is the Business Foresight alluding to the study and analysis of possible future scenarios for the company, based on current information and projecting emerging trends. In the analysis stage, the Brainstorming technique was applied, with which a list of 89 impact factors divided into 9 dimensions of product quality was made. The Delphi Method was then applied with a group of 18 experts made up of purchasing personnel, technicians and operators of COFITEX clients, emanating 38 variables selected to study the relationships of dependency and influence. A Prospective Analysis tool is the Multiplication Cross Impact Matrix Applied to a Classification and through its MicMac software it allowed the selection of 16 strategic variables for textile colorimetry.*

## **KEYWORDS**

MicMac, Structural analysis, Strategic variables, Textile colorimetry.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

Un tema siempre importante ha sido y es el futuro, por la incertidumbre que trae el futuro incierto y desde que Gastón Berger en 1967 planteara el estudio de escenarios futuros, es considerado como el padre de la Prospectiva, que se define como “la ciencia que estudia el futuro para comprenderlo y poder influir en él” (Centeno et al., 2016) es decir, son procesos que estudian el pasado y presente para proyectar el futuro.

En la misma línea, surge la Prospectiva Estratégica, concepto que aportan Gastón Berger y Beltrand de Jouvenel, que conformaron la escuela francesa para cultivar la prospectiva que busca la identificación de escenarios futuros.

Unas décadas más tarde Michel Godet se suma a la Escuela Francesa mencionada, en 1991 con su libro “De l’anticipation à l’action” (Godet, 1993, 2007a).

El método de la Prospectiva Estratégica se basa en tres procesos: la Reflexión colectiva, la Preparación de la decisión y finalmente, la Acción (Godet & Durance, 2011a).

En la primera etapa, es decir la reflexión colectiva, se utiliza primero la técnica de Brainstorming, también conocida como Lluvia de ideas propuesta en 1939 por Alex Faickney para la generación de nuevas ideas o soluciones a un problema. Seguidamente se aplica el “método Delphi, que consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro” (Astigarraga, 2004).

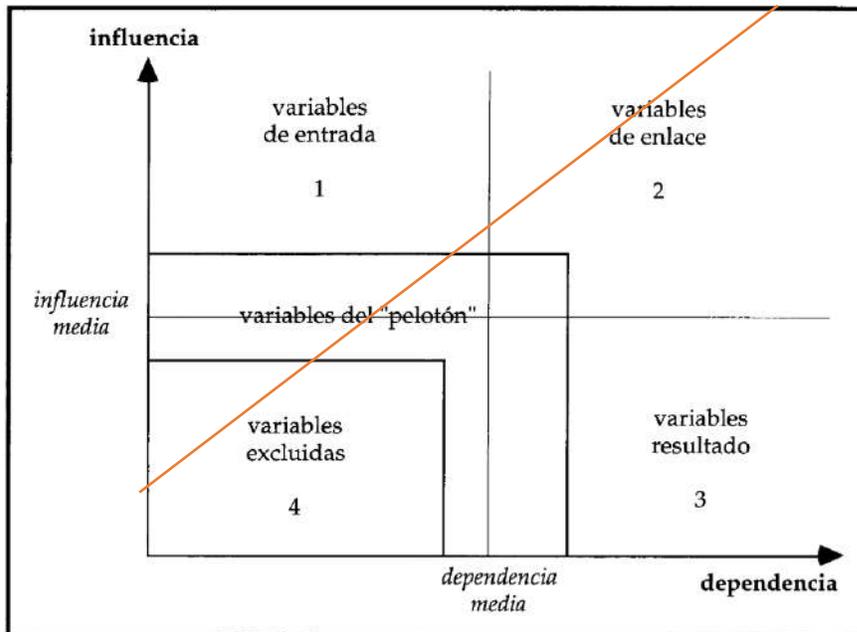
La aplicación de estas dos técnicas nos genera una cantidad muy grande de posibles causas, factores, variables e indicadores de los problemas. En ese sentido, todavía se requiere segregar las causas entre las que son y no importantes para un problema o efecto.

La Preparación de la decisión se realiza a través del *Análisis Estructural* que es “un método sistemático, en forma matricial, de análisis de las relaciones entre las variables constitutivas del sistema estudiado y las de su entorno explicativo” (Godet & Durance, 2011b, p. 64).

Finalmente, el tercer proceso de la Prospectiva Estratégica, es la Acción o la parte operativa que incluye la realización de talleres y reuniones. “El objetivo de los talleres de prospectiva es iniciar y simular en grupo el conjunto del proceso prospectivo y estratégico” (Godet, 2007b).

Los resultados en relación al grado de “influencia y dependencia de cada variable pueden ser representados sobre un plano en el que el eje de abscisas corresponda a la dependencia y el de ordenadas a la influencia” (Godet & Durance, 2011b) como se puede observar en la siguiente figura.

Figura No. 1. Plano de influencia-dependencia



Fuente: Tomado de (Godet et al., 2000)

## 2. MARCO METODOLÓGICO.

Desde el ámbito metodológico se aborda los siguientes aspectos:

Cuadro No. 1. Variables de estudio

CATEGORIA	DESCRIPTOR	VARIABLES
Características Técnicas de Fabricación	Fibra e Hilos	Sección Transversal / Finura / Titulo / Torsión / Composición
	Agua	pH / Dureza Total / Color / Hierro Total / Manganeso
	Productos Auxiliares	Color / Apariencia / Densidad / pH / Material Activo
	Colorantes	Rendimiento / Solubilidad / Índice de Migración / Prueba de Compatibilidad / Solidez
	Máquinas	Velocidad / Tiempo de Ciclo / Dosificaciones / Gradiente / Relación de Baño
	Método	Curva De Teñido / Teñido En Planta Vs Laboratorio / Acabados
	Producto Final	Diferencia Cromática Total ( $\Delta E$ )

Fuente: Elaboración propia

## **Planteamiento del problema.**

En el cuadro anterior se observa la cantidad de causas que generan efectos en las características técnicas de fabricación de hilados acrílicos, así como la cantidad de variables que se deben controlar para cumplir con especificaciones técnicas en la fabricación de los productos.

Se evidencia la necesidad de seleccionar las variables más importantes o de impacto para controlar la calidad de los productos textiles finales en la dimensión del color. Lo que nos obliga a responder la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las variables y sus componentes relevantes para diagnosticar y medir la gestión colorimétrica textil?

## **Método.**

El método es la Prospectiva empresarial referida al estudio y análisis de posibles escenarios futuros para las empresas, basándose en la información actual y proyectando las tendencias emergentes.

## **Herramientas.**

Las herramientas que se utilizarán son: Brainstorming, Delphi y MicMac.

## **Desarrollo.**

### **Fase 1. Inventariar las variables.**

La Prospectiva estratégica se realizó en las instalaciones de la Empresa COFITEX Ltda. Por un grupo de expertos del sector y personal con experiencia, alto nivel de conocimiento técnico y toma de decisión de compra la industria textil.

Inicialmente, el grupo de expertos mediante un trabajo de reflexión grupal, seleccionaron 89 factores de impacto que influyen en la calidad de los productos textiles.

A través de la técnica Brainstorming o lluvia de ideas se confeccionó una lista en borrador de 89 factores de impacto divididos en 9 dimensiones, como se observa en los siguientes cuadros:

Cuadro No. 2. Variables de las fibras

1.	Fibras
1	Composición/mezclas de finura
2	Defectos ocasionados por la misma materia prima
3	Defectos por desperdicio
4	Defectos por estiraje
5	Irregularidad de cintas, mechas e hilos
6	Presencia de materia extraña
7	Sección transversal

Cuadro No. 3. Variables de los hilados

2.	Hilos
8	Alargamiento a la rotura EH
9	Coeficiente de variación de masa (CVm)
10	Defectos (remanente)
11	Desviaciones del diámetro
12	Desviaciones del título
13	Factor de nudo
14	Frecuencia de fallas en el hilo (imperfecciones)
15	Frecuencia de fallas poco frecuentes en el hilo (defectos)
16	Grado de limpieza del purgado
17	Hilos dobles
18	Hilos gruesos (+45%)
19	Imperfecciones
20	Impurezas y el polvo de los hilos
21	Irregularidad CVm
22	Irregularidad de la masa (U%)
23	Neps (+200%)
24	Partes delgadas (-50%)
25	Partes delgadas largas (+32 cm)
26	Partes gruesas (+50%)
27	Partes gruesas cortas
28	Partes gruesas largas (+32 cm)
29	Pilosidad del hilo
30	Pilosidad H
31	Purgado óptimo del hilo
32	Regulación del purgador mecánico

33	Resistencia a la tracción RH
34	Resistencia y alargamiento a la rotura de hilos
35	Título relativo (título rel +/-)
36	Variación de la densidad lineal del hilo
37	Variación de la pilosidad entre husos CVhb
38	Variación de la resistencia a la tracción CVRH (total)
39	Variación del diámetro del hilo
40	Variación del título entre husos (CV, 100 m)
41	Valor de pilosidad (H)

Cuadro No. 4. Variables de los procesos

<b>3.</b>	<b>Procesos/Métodos</b>
42	Hilatura
43	Retorcido
44	Teñido/Curva de teñido
45	Diferencia reproducibilidad laboratorio-planta
46	Acabados

Cuadro No. 5. Variables del proceso de tintura

<b>4.</b>	<b>Máquinas de tintura</b>
47	Dosificaciones
48	Gradiente
49	Relación de baño
50	Tiempo de ciclo
51	Velocidad
52	Defectos ocasionados por superficies defectuosas

Cuadro No. 6. Variables relativas a los trabajadores

<b>5.</b>	<b>Operarios</b>
53	Nudos malos
54	Enconado suave/duro
55	Peso menor/mayor
56	Embolsado incorrecto
57	Etiquetado incorrecto

Cuadro No. 7. Variables del agua de baño

<b>6.</b>	<b>Agua</b>
58	Color
59	Dureza total

60	Hierro
61	pH

---

Cuadro No. 8. Variables de los colorantes

7.	Colorantes
62	Solideces
63	Compatibilidad
64	Índice de migración
65	Rendimiento/Concentración
66	Solubilidad
67	Variación de tono lote a lote

---

Cuadro No. 9. Variables de los productos químicos auxiliares

8.	Productos auxiliares
68	Ácidos/Álcalis
69	Agentes oxidantes y reductores
70	Apariencia (Suavidad)
71	Color
72	Densidad
73	humectante
74	Acción Igualante
75	Mala igualación
76	Material activo
77	pH
78	Acción Retardante
79	Acción Secuestrante

---

Cuadro No. 10. Variables del producto terminado

9.	Producto final
80	Delta E
81	Diámetro aproximado de un hilo
82	Redondez del hilo
83	Título (nominal)
84	Torsión nominal
85	Variación de la torsión nominal
86	Variación del título nominal
87	Falta de matching
88	Manchas (colorante)
89	Veteados

---

Fuente: Elaboración propia

## Fase 2. Describir las relaciones existentes entre las variables.

Las 38 variables seleccionadas para estudiar las relaciones de dependencia e influencia son las que se observa a continuación.

Cuadro No. 11. Variables seleccionadas inicialmente

No.	Variable	Variable corta	Definición
1	Defectos por estiraje	F1	Defectos por estiraje de las fibras
2	Irregularidad de cintas, mechas e hilos	F2	Irregularidad de cintas, mechas e hilos
3	Defectos (remanente)	H1	Defectos (remanente)
4	Desviaciones del diámetro	H2	Desviaciones del diámetro (partes gruesas y delgadas)
5	Desviaciones del título	H3	Desviaciones del título
6	Factor de nudo	H4	Factor de nudo
7	Hilos dobles	H5	Hilos dobles
8	Imperfecciones	H6	Imperfecciones
9	Pilosidad del hilo	H7	Pilosidad del hilo
10	Teñido/Curva de teñido	PM1	Teñido y Curva de teñido
11	Diferencia reproducibilidad laboratorio-planta	PM2	Diferencia reproducibilidad laboratorio-planta
12	Dosificaciones	M1	Dosificaciones
13	Gradiente	M2	Gradiente de subida y bajada de temperatura
14	Relación de baño	M3	Relación de baño
15	Tiempo de ciclo	M4	Tiempo de ciclo
16	Velocidad	M5	Velocidad de rotación de la máquina
17	Nudos malos	O1	Nudos malos
18	Dureza total	A1	Dureza total
19	pH del agua	A2	pH del agua
20	Solideces	C1	Solideces del colorante
21	Compatibilidad	C2	Compatibilidad
22	Índice de migración	C3	Índice de migración
23	Rendimiento/Concentración	C4	Rendimiento y Concentración del colorante
24	Variación de tono lote a lote	C5	Variación de tono del colorante lote a lote
25	Humectante	PA1	Humectante
26	Acción Igualante	PA2	Acción Igualante
27	Mala igualación	PA3	Mala igualación
28	pH de los productos químicos	PA4	pH de los productos químicos
29	Acción Retardante	PA5	Acción Retardante

30	Acción Secuestrante	PA6	Acción Secuestrante
31	Delta E	PF1	Delta E
32	Diámetro aproximado de un hilo	PF2	Diámetro aproximado de un hilo
33	Redondez del hilo	PF3	Redondez del hilo
34	Título (nominal)	PF4	Título (nominal)
35	Torsión nominal	PF5	Torsión nominal
36	Falta de matching	PF6	Falta de matching
37	Manchas (colorante)	PF7	Manchas (colorante)
38	Veteados	PF8	Veteados

Fuente: Elaboración propia

### Fase 3. Identificar las variables clave.

A través del enfoque sistémico, una variable sólo existe a través de su interrelación con otras variables. Además, el análisis estructural permite identificar esas relaciones entre variables utilizando una tabla de dos entradas llamada “matriz de análisis estructural” (Godet & Durance, 2011a).

Figura No. 2. Matriz de Influencias Directas MID



Fuente: Elaboración propia

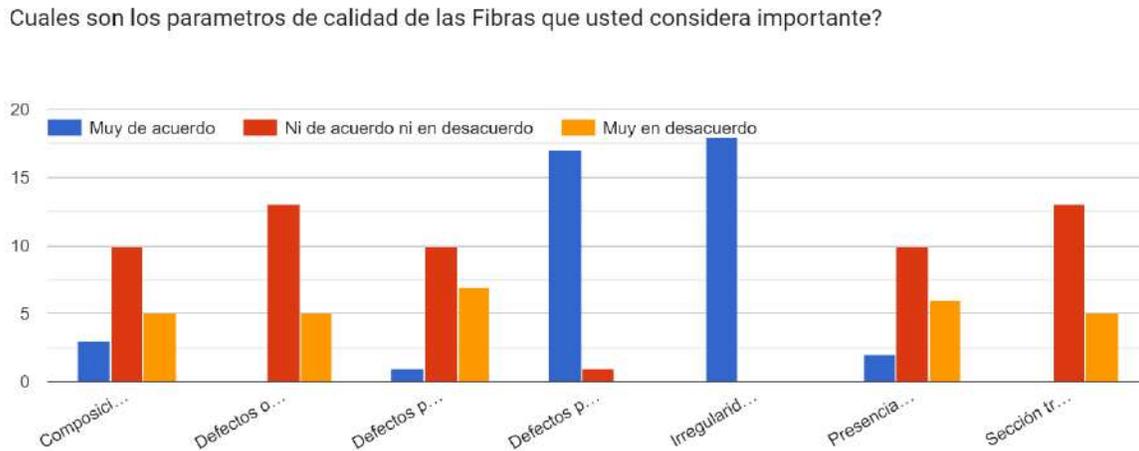
Por cada par de variables, una por filas y la otra por columnas se plantea la siguiente pregunta: ¿Existe una relación de influencia directa entre la variable<sub>fila</sub> sobre la variable<sub>columna</sub>?

Las respuestas pueden tener la siguiente escala:

- 0 = No tiene influencia
- 1 = Tiene Influencia débil
- 2 = Tiene Influencia mediana
- 3 = Tiene Influencia fuerte

Durante el proceso se realizaron 18 entrevistas a personal de compras, técnicos y operarios de clientes de COFITEX. Como muestra de los resultados se tiene a continuación la Figura No 3, donde evalúan las características técnicas de las fibras, cada uno de los evaluadores desde su perspectiva.

Figura No. 3. Características técnicas de las fibras



Fuente: Elaboración propia

Con la ayuda del software MicMac del francés “Matrice d’ Impacts Croisés Multiplication Appliqués à un Classement” que significa “Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación” se identificaron las variables estratégicas del estudio. En el cuadro No. 12 se muestran los 38 conjuntos de datos introducidos al software MicMac.

Cuadro No. 12. Variables más relevantes e importantes

No.	Variable	Variable corta	Definición	Tema
1	Defectos por estiraje	F1	Defectos por estiraje de las fibras	Fibras
2	Irregularidad de cintas, mechas e hilos	F2	Irregularidad de cintas, mechas e hilos	Fibras
3	Defectos (remanente)	H1	Defectos (remanente)	Hilado
4	Desviaciones del diámetro	H2	Desviaciones del diámetro (partes gruesas y delgadas)	Hilado
5	Desviaciones del título	H3	Desviaciones del título	Hilado
6	Factor de nudo	H4	Factor de nudo	Hilado
7	Hilos dobles	H5	Hilos dobles	Hilado
8	Imperfecciones	H6	Imperfecciones	Hilado
9	Pilosidad del hilo	H7	Pilosidad del hilo	Hilado
10	Teñido/Curva de teñido	PM1	Teñido y Curva de teñido	Proceso_Metodo
11	Diferencia reproducibilidad laboratorio-planta	PM2	Diferencia reproducibilidad laboratorio-planta	Proceso_Metodo
12	Dosificaciones	M1	Dosificaciones	Máquinas_de_tintura
13	Gradiente	M2	Gradiente de subida y bajada de temperatura	Máquinas_de_tintura
14	Relación de baño	M3	Relación de baño	Máquinas_de_tintura
15	Tiempo de ciclo	M4	Tiempo de ciclo	Máquinas_de_tintura
16	Velocidad	M5	Velocidad de rotación de la máquina	Máquinas_de_tintura
17	Nudos malos	O1	Nudos malos	Operarios
18	Dureza total	A1	Dureza total	Agua
19	pH del agua	A2	pH del agua	Agua
20	Solideces	C1	Solideces del colorante	Colorantes
21	Compatibilidad	C2	Compatibilidad	Colorantes
22	Índice de migración	C3	Índice de migración	Colorantes
23	Rendimiento/Concentración	C4	Rendimiento y Concentración del colorante	Colorantes
24	Variación de tono lote a lote	C5	Variación de tono del colorante lote a lote	Colorantes
25	Humectante	PA1	Humectante	Productos_Auxiliares
26	Acción Igualante	PA2	Acción Igualante	Productos_Auxiliares
27	Mala igualación	PA3	Mala igualación	Productos_Auxiliares
28	pH de los productos químicos	PA4	pH de los productos químicos	Productos_Auxiliares
29	Acción Retardante	PA5	Acción Retardante	Productos_Auxiliares
30	Acción Secuestrante	PA6	Acción Secuestrante	Productos_Auxiliares
31	Delta E	PF1	Delta E	Producto_Final
32	Diámetro aproximado de un hilo	PF2	Diámetro aproximado de un hilo	Producto_Final
33	Redondez del hilo	PF3	Redondez del hilo	Producto_Final
34	Título (nominal)	PF4	Título (nominal)	Producto_Final
35	Torsión nominal	PF5	Torsión nominal	Producto_Final
36	Falta de matching	PF6	Falta de matching	Producto_Final
37	Manchas (colorante)	PF7	Manchas (colorante)	Producto_Final
38	Veteados	PF8	Veteados	Producto_Final

Fuente: Elaboración propia

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

La comparación de la jerarquización de las variables en las diferentes clasificaciones (directa, indirecta y potencial) es un proceso, que confirma la importancia de ciertas variables, pero de igual manera permite desvelar ciertas variables que en razón de sus acciones indirectas juegan un papel principal (Astigarraga, 2023), en el cuadro No. 13 se observan las 38 variables en la matriz de impacto directo.

Cuadro No. 13. Matriz de Impacto Directo MID

No.	VARIABLES	F1	F2	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	M1	M2	M3	M4	M5	O1	A1	A2	C1	C2	C3	C4	C5	A1	A2	A3	A4	A5	A6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8					
1	Defectos por estiraje	F1	0	3	3	2	2	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	2	1	0	0	0					
2	Irregularidad de cintas, mechas e hilos	F2	3	0	3	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	2	1	0	0	0				
3	Defectos (remanente)	H1	3	3	0	2	2	0	0	2	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0		
4	Desviaciones del diámetro	H2	3	3	2	0	3	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0			
5	Desviaciones del título	H3	3	3	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	0				
6	Factor de nudo	H4	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	Hilos dobles	H5	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	0	0				
8	Imperfecciones	H6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
9	Pilosidad del hilo	H7	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	Teñido/Curva de teñido	PM1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3			
11	Diferencia reproducibilidad laboratorio-planta	PM2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	2	3	3	3	1	3	3	2	3	3	0	0	0	0	3	3	3				
12	Dosificaciones	M1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	0	3	2	3	3	0	1	0	2	3	3	3	3	1	3	1	2	0	0	0	0	1	3	3					
13	Gradiente	M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	2	3	0	0	0	0	1	2	3	2	3	3	0	3	1	2	0	0	0	0	2	3	3				
14	Relación de baño	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	3	3	0	0	0	0	1	3	3	1	3	3	0	3	3	1	0	0	0	1	3	3						
15	Tiempo de ciclo	M4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	1	2	3	3	3	3	0	3	2	2	0	0	0	0	2	2	2					
16	Velocidad	M5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	3	3	0	2	1	1	0	0	0	0	2	3	3					
17	Nudos malos	O1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
18	Dureza total	A1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	3	2	3	0	0	1	0	0	1	2	2	1	3	3	1	3	1	0	0	0	0	2	2	1				
19	pH del agua	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	2	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1				
20	Solideces	C1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	2	3	2	0	0	0	0	2	2	2	0	2	2	2	2	3	0	0	0	0	2	2	2					
21	Compatibilidad	C2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	1	1	1	0	0	1	0	3	3	2	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	2	2						
22	Índice de migración	C3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	2	2	0	1	1	0	2	0	3	3	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1	1	1					
23	Rendimiento/Concentración	C4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	3	3	0	1	1	1	3	0	3	1	2	2	0	2	2	0	0	0	0	1	1	1						
24	Variación de tono lote a lote	C5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	2	2	0	1	0	1	1	2	3	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	3	3	3					
25	Humectante	PA1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	3	2	0	1	1	0	0	2	3	3	0	1	2	1	1	1	2	0	0	0	0	2	2					
26	Acción Igualante	PA2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	2	3	2	0	1	1	0	0	2	3	3	1	0	3	1	2	2	3	0	0	0	0	2	3	3				
27	Mala igualación	PA3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	3	1	0	0	2	3	3	1	3	0	1	2	2	3	0	0	0	0	2	3	3					
28	pH de los productos químicos	PA4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0	1	2	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1				
29	Acción Retardante	PA5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	3	3	3	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	2	2	2					
30	Acción Secuestrante	PA6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0	3	1	0	0	2	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1				
31	Delta E	PF1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	3	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3					
32	Diámetro aproximado de un hilo	PF2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0	0	0				
33	Redondez del hilo	PF3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	2	0	0	0					
34	Título (nominal)	PF4	1	1	1	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0			
35	Torsión nominal	PF5	0	0	1	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0			
36	Falta de matching	PF6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	1	0	0	0	2	3	0	1	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2			
37	Manchas (colorante)	PF7	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	3	1	0	1	3	3	3	3	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	3			
38	Veteados	PF8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	1	0	0	1	1	2	3	1	3	1	3	3	3	0	0	0	0	0	3	3	0	3	0	3		

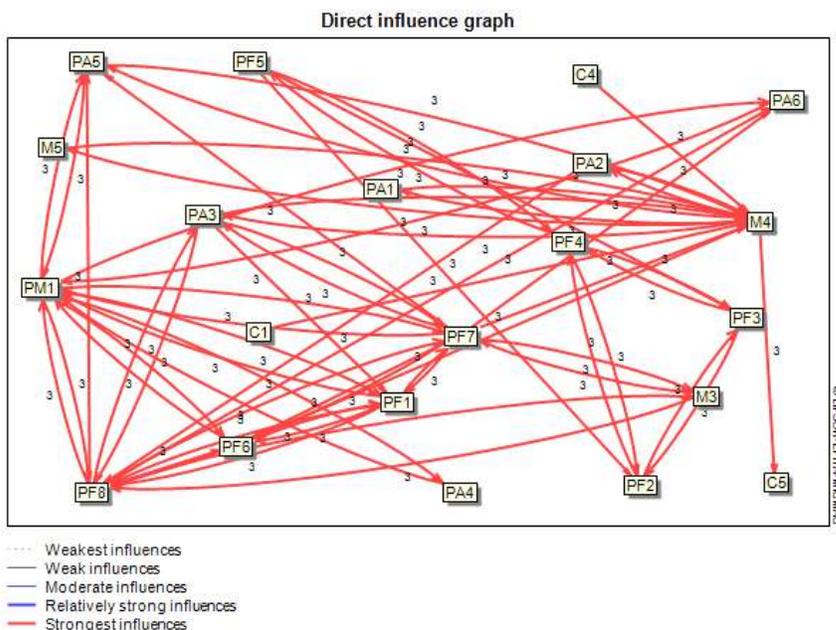
Fuente: Elaboración propia

La calificación tiene el siguiente significado: 0 No tiene influencia, 1 Tiene influencia débil, 2 Tiene influencia mediana y 3 Tiene influencia fuerte.

En la interpretación del análisis estructural confluyen dos conceptos: motricidad y dependencia (Villegas Vilchis et al., 2020). La motricidad es el impacto que una variable ejerce sobre las demás. La dependencia se define como la subordinación de una variable con respecto a las restantes.

En la figura No. 4 se observa las variables que influyen directamente sobre las otras, las variables PM1, PF8, PF7, PF1 y M4 son las cinco variables con más influencia en forma directa sobre el resto de las variables.

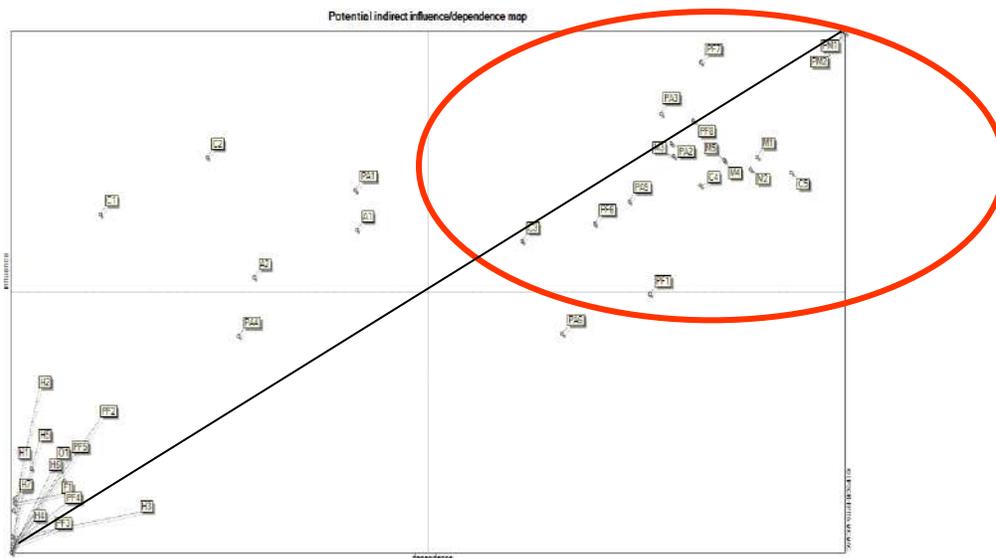
Figura No. 4. Gráfico de Influencias Directas



Fuente: Elaboración propia

La influencia y la dependencia de cada variable se representan sobre un plano (el eje de abscisa corresponde a la dependencia y el eje de ordenadas a la influencia) (Villegas Vilchis et al., 2020).

Figura No. 5. Gráfico de Potencial influencias indirectas



Fuente: Elaboración propia

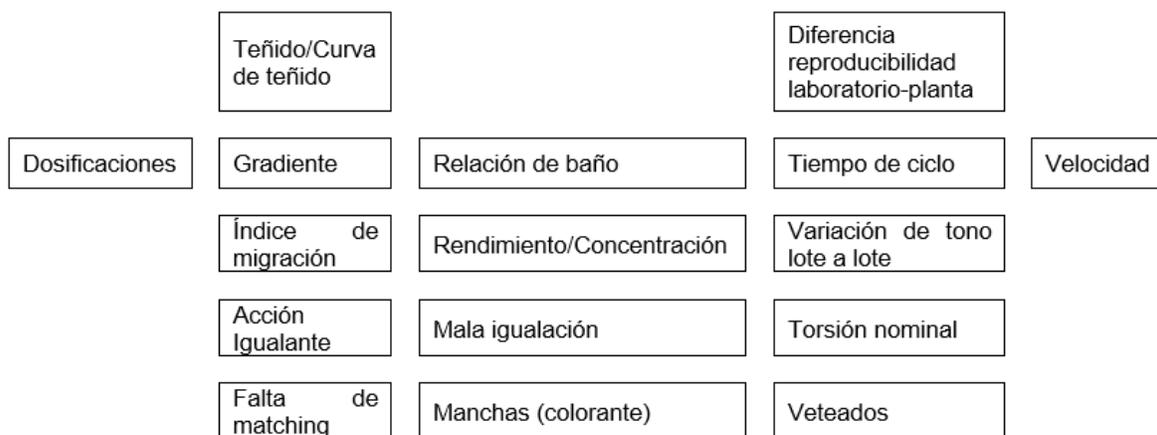
En la figura No. 5 se observa el potencial de influencias indirectas, donde se observa el grado dependencia e influencia de las variables, y el criterio de elección de variables estratégicas son las de mayor influencia y de mayor dependencia, que están situadas en el cuadrante superior derecha.

Las variables de más alta causalidad para el estudio son las que se encuentran en el cuadrante superior derecho y en este caso incluidas en el círculo, que corresponden a variables de muy alta categoría de importancia para cumplir con la calidad de los hilos acrílicos, están son:

PM1 - PM2 - PF7 - PA3 - PF8 - M1 - M4  
 M5 - M2 - C5 - C4 - PA2 - M3 - PA5 - PF6 - C3

En la figura No. 6 se observa un esquema lógico de las variables estratégicas del estudio, ordenadas según las interrelaciones de causa y efecto, y de acuerdo a las categorías que conforman el análisis.

Figura No. 6



Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES.

Se ha alcanzado el objetivo del estudio de seleccionar las variables más influyentes en la colorimetría textil aplicada a la empresa Cofitex Ltda., a través de la prospectiva empresarial se ha establecido posibles escenarios futuros para la empresa. En la etapa de análisis se aplicó con éxito la técnica Brainstorming con la cual se confeccionó una lista de 89 variables de impacto divididos en 9 dimensiones

de la calidad de los productos. Seguidamente se aplicó el Método Delphi con un grupo de 18 expertos conformados por personal de compras, técnicos y operarios de clientes de la empresa, estas 38 variables seleccionadas para estudiar las relaciones de dependencia e influencia. A través de la Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación y mediante su software MicMac permitió la selección de 16 variables estratégicas para la colorimetría textil.

## BIBLIOGRAFIA.

- Astigarraga, E. (2023). *Prospectiva*. MIC MAC. Análisis Estructural. [http://prospectiva.eu/curso-prospectiva/programas\\_prospectiva/micmac](http://prospectiva.eu/curso-prospectiva/programas_prospectiva/micmac)
- Astigarraga, E. (2004). El método delphi. *Ekonomia eta Enpresa*, 1-14. [http://prospectiva.eu/zaharra/Metodo\\_delphi.pdf](http://prospectiva.eu/zaharra/Metodo_delphi.pdf)
- Centeno, C., Dario, A., Sánchez, C., Paola, J., Benavides, R., & Eugenia, M. (2016). *Estratégica . Una Reseña De Su Evolución Desde 1967 Hasta Analysis and Theoretical Results of the Strategic Prospective. a Review of Its Evolution From 1967 To 2016*. 44, 610-622. [https://tambara.org/wp-content/uploads/2019/09/2.AnalisYresultTeoricProspecEstrateg\\_Casa\\_FINAL\\_FINAL.pdf](https://tambara.org/wp-content/uploads/2019/09/2.AnalisYresultTeoricProspecEstrateg_Casa_FINAL_FINAL.pdf)
- Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción* (Marcombo Boixareu Editores, Ed.; 1a ed.). Marcombo. <http://es.lapropective.fr/dyn/espagnol/de-la-anticipacion-a-la-accion.pdf>
- Godet, M. (2007a). Manuel de prospective stratégique. En *DUNOD. Stratégies et management* (Vol. 1).
- Godet, M. (2007b). Prospectiva Estratégica Métodos y Problemas. En PROSPEKTIKER (Ed.), *Cuadernos de LIPSOR* (2a ed.). Instituto Europeo de Prospectiva y Estrategia. <https://archivo.cepal.org/pdfs/GuiaProspectiva/Godet2007.pdf>
- Godet, M., & Durance, P. (2011a). La Prospectiva Estratégica para las empresas y los territorios. En Fondation prospective et innovation (Ed.), *Gestión en el Tercer Milenio* (1a ed.). UNESCO.
- Godet, M., & Durance, P. (2011b). La Prospectiva Estratégica para las empresas y los territorios. En DUNOD (Ed.), *Gestión en el Tercer Milenio* (2a ed., Vol. 5, Número 10). Fondation Prospective et Innovation.
- Godet, M., Monti, R., Meunier, F., Roubelat, F., Godet, M., Monti, R., Meunier, F., Roubelat, F., & De, D. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica To cite this version : HAL Id : hal-02185401 ESTRATÉGICA*. 103.
- Villegas Vilchis, A., Platas Rosado, D., Gallardo-López, F., & López-Romero, G. (2020). Análisis estructural MicMac para determinar las variables estratégicas de la agroindustria azucarera en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1325-1335. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2194>

*Bodas de Marmol*

**85**

*Años Formando  
Profesionales Exitosos*

**Todos los Derechos Reservados  
Carrera de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Mayor de San Andrés**

**La Paz - Bolivia 2024**