

ERGONOMIA COGNITIVA: SISTEMA DE INTEGRACIÓN GRUPAL PARA LA MEJORA ANTICIPADA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

ING. SABINO VELÁZQUEZ TRUJILLO M.C.

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) Querétaro, Querétaro, México.

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

sabinovelazquez1@hotmail.com

DR. JUAN JOSE DÍAZ NUÑEZ.

Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Chihuahua, México.

jjdiaz@yagerdiaz.org

1. RESUMEN.

La relación entre la persona y el sistema de trabajo que hace referencia de como una persona conoce y actúa, permite realizar su tarea exitosamente. Para esto, requiere conocer sus recursos para utilizarlos, al recibir información de otras personas, decidir qué acciones son las apropiadas, llevar a cabo estas acciones contempladas, transmitir información a otras personas para que puedan realizar sus tareas, etc. Todos estos aspectos son el objeto de estudio de la *Ergonomía Psicológica* o **Cognitiva** (Cañas y Waern, 2001).

El problema objeto de estudio en la presente investigación consiste en el desarrollo de un modelo que permita identificar los recursos que posee el trabajador para usarlos en el desarrollo de su actividad y que sea acorde a su nivel de percepción identificada y como consecuencia aplicar el modelo propuesto de **Sistema de Integración Grupal para la Mejora Anticipada** como propuesta de mejora continua en la empresa que beneficie la productividad al presentar un cambio de actitud.

El presente trabajo pretende dar a conocer al trabajador de manufactura un modelo que permita portencializar sus recursos; dado que este tipo de empresas interactúan con la Ergonomía cognoscitiva al verse involucrados con temas como **el proceso de recepción de señales e información, la habilidad para procesarla y actuar con base en esa información obtenida,**

conocimientos y experiencia previa para tomar la mejor decisión en el momento de realizar su trabajo para practicar la autonomía individual.

Esta investigación tiene como objetivo demostrar que el **Sistema de Integración Grupal para la Mejora Anticipada (SIGMA)** contribuye a la reducción de producto defectuoso en una Industria mueblera.

El modelo propuesto ofrece al trabajador el descubrimiento de la percepción **Visual, Auditivo, Sensorial** como recurso de representación en la comunicación y tomar la técnica de posición múltiple como recurso para tomar la mejor decisión, cuyo modelo de evaluación está basada en las variables como: X_1 = Motivación, X_2 = Eficacia, X_3 = Acabado, X_4 = Aptitud, X_5 = Operatividad, X_6 = Re-trabajo, que beneficien a la disminución en la Proporción de piezas defectuosas (Y).

En conclusión el efecto de medición permite ver al trabajador como su potencialización se ve repercutido en el incremento de la productividad de las empresas y en consecuencia generar un hábito de hacer bien el trabajo que beneficia al trabajador, a la empresa y al país como meta final.

2. INTRODUCCIÓN.

La ergonomía es una disciplina de amplio alcance que abarca distintas condiciones laborales de influencia en la comodidad y la salud del trabajador comprendiendo factores como, iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, diseño de lugar de trabajo, herramientas, máquinas, asientos y calzado y puesto de trabajo. Se presenta cuando el humano: trabajador de manufactura, conoce sus recursos cognitivos (Visual, Auditivo, Corporal, Olfativo y Gustativo). En este caso solamente se hará para los trabajadores de manufactura donde se trabajaron es haciendo uso del acceso **Visual, Auditivo y Corporal**. El trabajador hace uso de ellos en el momento que lo requiere estableciendo una interrelación con ellos que le dará información que le permita su estado emocional interactuar y mejorar en el instante requerido por el ambiente de trabajo, gracias a la percepción de sus sentidos de manera visual o mediante un test, que le permitan un beneficio de su equilibrio emocional-

motivacional de trabajo, para optimizar su desempeño e incrementar la productividad como consecuencia.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

Entre los objetivos tenemos: Mayor cohesividad del grupo, Incremento de la productividad, Control del espacio físico y su racionalidad, y Disminución de defectos en los artículos.

? **Enunciado.**

La hipótesis a prueba es:

“Todos los parámetros involucrados en el modelo de regresión, permitan ser igual a cero” o “que no existe relación útil entre Y = Proporción de piezas defectuosas y cualquiera de las 6 variables predictoras seleccionadas (X_1 = Motivación, X_2 = Eficacia, X_3 = Acabado, X_4 = Aptitud, X_5 = Operatividad, X_6 = Re-trabajo)”

Condiciones a cumplir.

Para que el modelo de regresión múltiple se aplique, todas las variables predictoras a utilizar deben cumplir en cada proceso con las siguientes pruebas:

- ? De normalidad.
- ? De varianza constante.
- ? De la independencia de los errores.

Para después someter el planteamiento hipotético.

? **Planteamiento estadístico.**

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

Es aconsejable realizar un procedimiento de **Seguimiento y control**.

4. MARCO TEÓRICO.

En el concepto de ergonomía implica: la definición, historia y alcances; sistema hombre-máquina; Costos y recompensas de la ergonomía y las disciplinas relacionadas. En este último aspecto es el interés de este artículo basado en la

ergonomía cognitiva, el uso de sus sentidos de una manera esquemática y práctica que será el acceso visual, auditivo y corporal (táctil), para identificar El trabajo pionero llevado a cabo en 1981 por el antropólogo, el profesor **Albert Mehrabian**, de la Universidad de California, le han seguido diversos estudios acerca de cómo influyen el lenguaje corporal y el tono de voz en nuestra percepción de la credibilidad de nuestros interlocutores, mencionado y ampliado por Lair Ribeiro, en su libro “Comunicación Eficaz” [1994], indica que la comunicación para que sea efectiva entre los seres humanos está determinada por su participación representada en la **tabla 4.1**.

Tabla 4.1: Comunicación Eficaz.

TIPO DE LENGUAJE	%	PARTICIPACIÓN	%
Verbal	7	Las palabras	7
No verbal	93	El tono de voz	38
		El lenguaje corporal	55
Total para la	100	Comunicación Eficaz	100

El reto es **mantener sintonía** en la comunicación.

Cuando dos personas están en sintonía, la comunicación parece fluir; tanto sus cuerpos como sus palabras están en armonía. Lo que decimos puede crear o destruir la sintonía, pero eso forma sólo el **7 por ciento de la comunicación**.

Erasmus Barbosa Cano [1998], menciona que de acuerdo a estudios científicos realizados, adquirimos nuestros conocimientos a través de los sentidos incluidos en los recursos contemplados como técnica de **CONTACTO VACOG** de la manera como se muestra en la **Figura 4.1**.

V	Visual	Vista	? 75 %
A	Auditivo	Oído	? 13 %
C	Corporal	Cuerpo y Tacto	? 6 %
O	Olfativo	Olfato	? 3 %
G	Gustativo	Gusto	? 3 %
TOTAL DE PARTICIPACIÓN DE LA PERCEPCIÓN			100 %

Fig. 4.1 . Niveles de percepción y participación en la comunicación.

En el proceso de relación, donde se experimentan los ambientes de comunicación debemos distinguir dos tipos de comunicación [Berko Gleason, et al; (1980)]: Liminal y subliminal.

El uso social del espacio es un aspecto muy importante de la interacción del hombre con su ambiente: Espacio Personal; Área con límites invisibles que rodea al cuerpo de la persona en el que quizá no entren los intrusos (Sommer, 1969). Territorialidad; concepto que invoca reglas sociales no escrita de

conducta espacial, cuya infracción causa una incomodidad y/u otras reacciones conductuales.

Hall (1976) divide de manera amplia las áreas de espacios sociales que rodean a una persona en cuatro zonas de distancia a partir del centro: íntima, personal, social y pública, de las cuales cada una contienen una fase cercana y una lejana trata de las pautas del comportamiento humano, actitudes y mecanismos implicados en la percepción y carga mental.

5. DESARROLLO.

El modelo conceptual del ciclo de mejora continua considera tres fases. La **primera fase**, denominado **fase conceptual**. La **segunda fase**, denominada **Fase técnica**, distinguiendo las técnicas y herramientas de apoyo. La **tercera** se le denomina **fase operativa** indicando los formatos y tablas de apoyo.

Definición de las variables críticas.

Las variables que se definieron en la **etapa medir**, ahora deben ser confirmadas por medio del Análisis de Regresión, para este caso regresión lineal múltiple. La ecuación quedará de la forma:

$$Y = ?_0 + ?_1X_1 + ?_2X_2 + ?_3X_3 + ?_4X_4 + ?_5X_5 + ?_6X_6$$

Selección e identificación de variables.

Se realizó el análisis de los diagramas de Flujo de Proceso y el de Ishikawa para determinar las causas más importantes. En seguida se indican el significado que se asume en este proyecto de investigación y los criterios bajo los cuales se efectuará la respectiva medición.

Las variables que intervienen se definen de la siguiente manera:

Y = Proporción de piezas defectuosas; X₁ = Motivación, X₂ = Eficacia; X₃ = Acabado; X₄ = Aptitud; X₅ = Operatividad, X₆ = Re-trabajo.

Variable de respuesta.

La variable de respuesta será medida como una **variable indicadora**, manejando la asignación de un **ceros**, cuando la observación se refiera a una

conformidad, y la asignación del número uno cuando se trate de una no conformidad.

Variables significativas (Independientes).

1. Motivación (X_1).

Para efectos de este proyecto, la variable motivación se define como el nivel de dedicación y esmero con que los operarios llevan a cabo su trabajo.

Es un aspecto muy subjetivo basado en el criterio de quien mide, pero que debido a la interacción que se ha tenido con los trabajadores, a este punto se cuentan con los elementos necesarios para asignar un valor al grado de motivación que se observe. Se estima que cuando los operarios se encuentran altamente motivados el porcentaje de no conformidades tiende a ser menor.

Basándose en el apartado de Variables Indicadoras, la escala que se propone para medir el grado de motivación es la siguiente:

VALOR	MOTIVACIÓN
10	Mucha
9	Suficiente
8	Regular
7	Poca
6	Muy poca

2. Eficacia (X_2).

Considerada como el número de no defectos (resultados buenos) que un operario ocasiona en una pieza. Por consiguiente, al llevar a cabo las observaciones, se tomará nota de la cantidad de defectos que observe el producto en la fase terminal de cada proceso. Esta variable por si sola no denota una repercusión aparente en la proporción de productos defectuosos. Más adelante se analizarán las posibles interacciones con otras variables, así como su significancia.

3. Aptitud (X_3).

Aptitud en esta ocasión hace referencia a la idoneidad de los operarios en el desempeño de las actividades propias del taller. Mientras más apto sea un trabajador para trabajar en la empresa, en el taller indicado y en las tareas asignadas, se espera genere una menor tasa de productos defectuosos.

Para medir este aspecto, se llevó la siguiente secuencia:

Primero aplicar el cuestionario a los involucrados con el proceso. **Segundo** evaluar las respuestas mediante un formato. **Tercero** Obtener el total de respuestas positivas ("SI") para cada categoría, sumar y totalizar el puntaje.

Cuarto obtener el **puntaje** por cada **operario**, generando **cuatro escalas**. Para determinar el **rango** de cada **escala**. En este caso, el **puntaje mayor** es de **465** y el **menor** de **295** «se recomienda redondear» $(470 - 290)/4 = 45$. **Quinto** obtener el intervalo de cada categoría en la escala, resultando de la siguiente manera:

PUNTAJES	IDENTIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
470 - 426	A	10
425 - 381	B	9
380 - 336	C	8
335 - 290	D	7

Los factores de aptitud son encuestas que se muestran en la **tabla 5.4**.

Tabla 5.4. Evaluación de Aptitud.

HOJA DE RESPUESTAS															
NOMBRE: _____															
TALLER: _____															
i	SI	NO	ii	SI	NO	iii	SI	NO	iv	SI	NO	v	SI	NO	
1			2			3			4			5			
6			7			8			9			10			
11			12			13			14			15			
16			17			18			19			20			
21			22			23			24			25			
26			27			28			29			30			
31			32			33			34			35			
36			37			38			39			40			
41			42			43			44			45			
46			47			48			49			50			
51			52			53			54			55			
56			57			58			59			60			
61			61			63			64			65			
66			67			68			69			70			
71			72			73			74			75			
76			77			78			79			80			
81			82			83			84			85			
86			87			88			89			90			
91			92			93			94			95			
96			97			98			99			100			
TOTAL															

i = Liderazgo. ii = Relaciones interpersonales. iii = Motivación para el trabajo. iv = Identificación con la empresa. v = Métodos de trabajo y organización empresarial.

4. Operatividad (X₄).

Este concepto pretende **calificar la forma de trabajar de los operarios**. Para llevar a cabo esta tarea: **Primero** solicitar a **cada operario** que **asigne** una **calificación** a **todos** sus compañeros. **Segundo** establecer **cuatro categorías**, **excelente, bueno, regular y malo**, tomando los valores de la siguiente manera:

<u>CATEGORÍA</u>	<u>IDENTIFICACIÓN</u>	<u>CALIFICACIÓN</u>
Excelente	A	10
Bueno	B	9 Alto
	C	8 Bajo
Regular	D	7 Alto
	E	6 Bajo
Malo	F	5(es No. Indicador)

Tercero obtener esta información, para asignar la calificación correspondiente. Nótese que en las categorías de bueno y regular el criterio es porque existen niveles alto y bajo de cada categoría propio para realizar la asignación más adecuada. **Cuarto** las calificaciones obtenidas, se multiplicarán por la proporción de productos conformantes que son capaces de producir en promedio. Mediante, una inspección continua. **Quinto** obtener este dato, se efectúan las multiplicaciones y se obtiene el **factor de operatividad** de cada empleado.

5. Acabado (X₅).

Este aspecto se refiere a **lo bien detallado y terminado que se presenta un artículo**, aspecto en el que los **clientes** suelen **fijarse a primera vista**. El acabado se **medirá en cada taller** bajo una **misma escala**, sin embargo para asignar la calificación se determinarán distintos factores para cada uno.

Para medir el acabado en el proceso de **carpintería** se siguen los pasos:

Primero las **piezas** deben estar **terminadas** y completamente **secas**. **Segundo** seleccionar la **escala** a considerar de acuerdo a las actividades que contribuyan a generar un buen acabado de las piezas, es la **siguiente**:

<u>VALOR</u>	<u>IDENTIFICACIÓN</u>	<u>CARACTERÍSTICA</u>
10	A	Ningún defecto. Lijado, barnizado y resanado excelente.
9	B	Barnizado satisfactorio. Lijado y resanado satisfactorio.
8	C	Lijado incompleto. Barniz satisfactorio o no. Resanado satisfactorio.
7	D	Falta de resanado. Barniz / Lijado satisfactorio o no.

En el proceso de **Herrería y Laminado**, por la similitud del tipo de trabajo que implica, se considera el siguiente paso:

Primero. Detectar los **defectos** localizados y plantear la **siguiente escala**:

<u>VALOR</u>	<u>IDENTIFICACIÓN</u>	<u>CARACTERÍSTICA</u>
10	A	Ningún defecto
9	B	Un defecto
8	C	Dos defectos
7	D	Tres o más defectos

Para el proceso de **pintura**, el producto debe ser **verificado** una vez que esté **completamente seco** tomando en **cuenta lo siguiente**:

<u>VALOR</u>	<u>IDENTIFICACIÓN</u>	<u>CARACTERÍSTICA</u>
10	A	Ningún defecto, estructura pintada a satisfacción.
9	B	Marcas de cualquier tipo/residuos de estopa despreciable.
8	C	Grumos/Marcas y residuos de estopa/Apariencia arenosa/ Apariencia rugosa
7	D	Grumos y marcas/estopa/apariencia rugosa/apariencia arenosa o más de tres defectos.

6. Re-trabajo (X_6).

En el caso de esta variable, se le considera como variable indicadora asignándole.

El número **uno (1)** cuando se efectúe un **reproceso** o **re-trabajo** en la observación correspondiente.

El **cero (0)** en el caso de **no** efectuarse un **reproceso** o **re-trabajo**.

Para estos fines considerar como **re-trabajo** toda aquella **actividad no inherente al proceso** que **lleva a cabo el trabajador** y que **ocasiona retrasos innecesarios** y / o **desperdicios**.

6. RESULTADOS.

Por aspectos de espacio solamente se muestran resultados para un proceso de manufactura, por ser la etapa final de fabricación, como es carpintería.

En la **tabla 6.1**, se muestran los resultados para el proceso de Carpintería, con su respectiva gráfica de tendencias (**gráfico 7.1**). En la gráfica se puede apreciar la tendencia creciente de las partes defectuosas en este proceso (taller); más adelante se tratará este aspecto. **Para este departamento no se presentaron observaciones de re-trabajo**, por lo que se omite dicha variable.

Con los datos de dicha tabla se generan la **tabla 6.2** que contiene todas las regresiones posibles. En un análisis completo se realiza con el software Minitab para cada una de las combinaciones.

Tabla 6.1. Resultados – Carpintería.

TALLER: CARPINTERÍA						
OBS.	Y	X1	X2	X3	X4	X5
1	13	7.76	1.538462	9.12	8.00	3.800000
2	8	8.96	1.375000	9.56	7.80	3.738148
3	11	8.60	1.090909	9.52	7.00	5.041667
4	10	8.84	1.000000	9.60	7.00	5.041667
5	11	8.68	1.454545	9.32	8.20	3.843333
6	8	8.72	1.125000	9.64	7.00	5.041667
7	8	8.72	1.250000	9.56	7.52	4.021053
8	9	8.88	1.000000	9.64	7.00	5.041667
9	12	8.60	1.166667	9.40	7.08	4.897857
10	17	7.96	1.294118	8.88	9.20	2.944079
11	17	7.60	1.470588	8.92	9.28	2.935088
12	16	7.36	1.562500	8.88	7.68	3.711407
13	17	7.44	1.647059	8.76	7.32	3.611926

14	13	7.76	1.538462	9.12	8.00	3.800000
15	12	8.20	1.333333	9.36	8.00	3.800000
16	18	8.00	1.666667	8.32	9.00	1.446429
17	14	8.68	1.071429	9.40	7.00	5.041667
18	12	8.68	1.000000	9.52	7.00	5.041667
19	11	8.96	1.090909	9.40	7.00	5.041667
20	16	8.24	1.187500	9.04	7.00	5.041667
21	13	8.76	1.153846	9.20	7.00	5.041667
22	16	8.32	1.125000	9.28	8.00	3.078947
23	12	8.68	1.083333	9.48	8.00	3.078947
24	16	8.36	1.375000	8.88	8.60	2.413471
25	19	8.24	1.160000	8.56	8.08	3.054010
26	16	8.24	1.375000	9.12	8.44	2.413471
27	18	8.24	1.277778	8.76	8.16	3.040802
28	16	8.36	1.375000	8.88	8.44	2.413471
29	16	8.36	1.375000	8.88	8.44	2.413471
30	14	8.56	1.142857	9.24	7.00	5.041667

$H_{c0}: ? = 12 \%$.

$H_{c1}: ? > 12 \%$.

En una prueba de hipótesis donde no se cuenta con datos históricos para la media, ni para la desviación estándar; nos permite utilizar el estadístico t - student, con un nivel de error del 5 %. Con los datos de Y de la **tabla 6.1**, n = 30. Representados en el histograma de la **figura 7.1** como Yc.

Con el apoyo del software minitab se obtuvo los siguientes resultados.

Test of mu = 12 vs > 12

95%
 Lower
 Variable N Mean StDev SE Mean Bound T P
 Yc 30 13.6333 3.2322 0.5901 12.6307 2.77 0.005

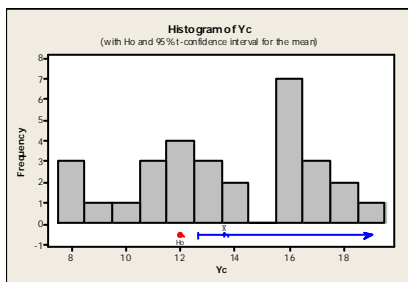


Figura 7.1. Zona de rechazo de la prueba hipotética, para carpintería.

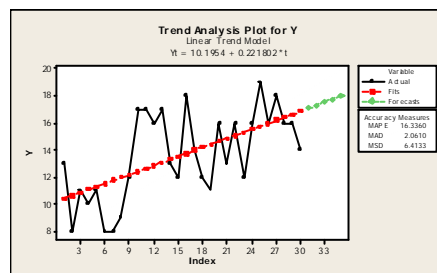


Gráfico 7.1. Tendencia de Y – Carpintería.

Realizando la prueba para la media, el valor crítico es el del estadístico t = 12.6307, comparado con el valor de la media muestral de 13.6333 (confirmado en la **figura 7.2**); se **concluye** estadísticamente que **la hipótesis nula se**

rechaza, pues no existe evidencia alguna que permita lo contrario. Llegando a la decisión de que la tendencia en promedio **no es posible mantenerla al 12% en promedio de sillas defectuosas**, aunque experimente una tendencia ascendente (ver **gráfico 7.1**, contraria a la planteada).

Tabla 7.2. Regresiones para Carpintería.

CARPINTERIA									
No.	Número de variables del modelo	p	Variables del modelo	R ²	SS _R	SS _E	MS _E	R ² (ajustada)	EC _p
1	1	2	X2	0.204	62.192	242.108	8.647	0.176	221.301328
2	1	2	X4	0.319	97.116	207.184	7.399	0.295	185.628192
3	1	2	X5	0.390	118.720	185.580	6.630	0.368	163.560776
4	1	2	X1	0.490	149.160	155.140	5.540	0.472	132.467824
5	1	2	X3	0.821	249.840	54.460	1.940	0.815	29.628192
6	2	3	X2,X4	0.336	102.096	202.204	7.489	0.286	182.541369
7	2	3	X4,X5	0.394	119.840	184.460	6.832	0.349	164.416752
8	2	3	X2,X5	0.394	120.005	184.295	6.826	0.350	164.248212
9	2	3	X1,X2	0.502	152.646	151.654	5.617	0.465	130.907048
10	2	3	X1,X4	0.540	164.176	140.124	5.190	0.505	119.129724
11	2	3	X1,X5	0.600	182.465	121.835	4.512	0.570	100.448417
12	2	3	X3,X4	0.821	249.950	54.350	2.010	0.808	31.515832
13	2	3	X3,X5	0.822	250.040	54.260	2.010	0.808	31.423902
14	2	3	X1,X3	0.827	251.680	52.620	1.950	0.814	29.748723
15	2	3	X2,X3	0.864	262.770	41.530	1.540	0.853	18.420838
16	3	4	X2,X4,X5	0.397	120.751	183.549	7.060	0.327	165.486210
17	3	4	X1,X2,X4	0.584	177.758	126.542	4.867	0.536	107.256384
18	3	4	X1,X4,X5	0.605	184.195	120.105	4.619	0.560	100.681307
19	3	4	X1,X2,X5	0.696	211.812	92.488	3.557	0.661	72.471910
20	3	4	X3,X4,X5	0.822	250.040	54.260	2.087	0.801	33.423902
21	3	4	X1,X3,X4	0.828	251.813	52.487	2.019	0.808	31.612870
22	3	4	X1,X3,X5	0.828	251.970	52.330	2.013	0.808	31.452503
23	3	4	X2,X3,X5	0.865	263.352	40.948	1.575	0.850	19.826353
24	3	4	X2,X3,X4	0.867	263.704	40.596	1.561	0.851	19.466803
25	3	4	X1,X2,X3	0.910	276.994	27.306	1.050	0.900	5.891726
26	4	5	X1,X2,X4,X5	0.702	213.677	90.623	3.625	0.655	72.566905
27	4	5	X1,X3,X4,X5	0.828	251.975	52.325	2.093	0.801	33.447395
28	4	5	X2,X3,X4,X5	0.867	263.717	40.583	1.623	0.845	21.453524
29	4	5	X1,X2,X3,X4	0.914	278.138	26.162	1.046	0.900	6.723187
30	4	5	X1,X2,X3,X5	0.922	280.595	23.705	0.948	0.910	4.213483
31	5	6	X1,X2,X3,X4,X5	0.923	280.803	23.497	0.979	0.907	6.001021

En la presente tabla se observa que la regresión número 30 presenta un valor de EC_p menor a p, así como un coeficiente de correlación múltiple bastante

alto. En el **gráfico 7.2** se observan los valores de R_p^2 contra p , notando una **mínima ganancia al pasar de un modelo de cuatro variables a uno de cinco.**

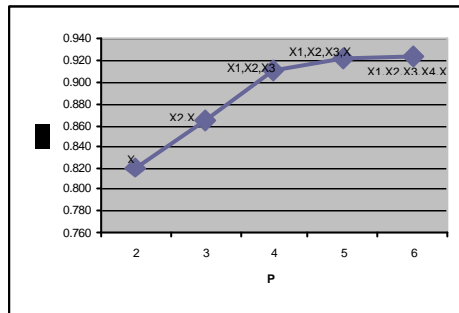


Gráfico 7.2. R_p^2 contra p – Carpintería.

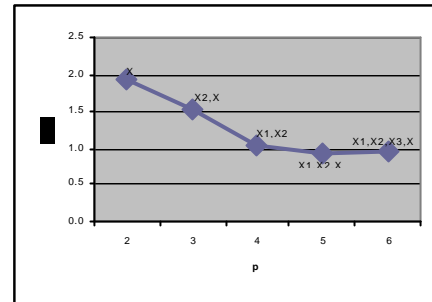


Gráfico 7.3. MS_E contra p – Carpintería.

A continuación se muestra en el **gráfico 7.3**, el valor mínimo de MS_E para cada subconjunto de p . El valor mínimo se presenta para la combinación (X_1, X_2, X_3, X_5) . Se observa que es **el mismo modelo que presenta el coeficiente de correlación mayor**, por lo que se selecciona como **la mejor ecuación** para su relación, por lo que, el planteamiento hipotético inicial de las 6 variables predictoras se modifica, quedando el modelo de predicción final de la siguiente manera.

$$Y_{P\text{-carpintería}} = Y = 125 - 3.04 X_1 - 8.99 X_2 - 7.91 X_3 - 0.511 X_5$$

El análisis obtenido de Minitab, conteniendo los valores evaluados, es el siguiente:

The regression equation is $Y = 125 - 3.04 X_1 - 8.99 X_2 - 7.91 X_3 - 0.511 X_5$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	125.004	8.497	14.71	0.000
X1	-3.0401	0.7129	-4.26	0.000
X2	-8.986	1.631	-5.51	0.000
X3	-7.9057	0.9282	-8.52	0.000
X5	-0.5114	0.2624	-1.95	0.063

$S = 0.9738$ $R\text{-Sq} = 92.2\%$ $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 91.0\%$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	280.595	70.149	73.98	0.000
Error	25	23.705	0.948		
Total	29	304.300			

Source	DF	Seq SS
X1	1	149.161
X2	1	3.486
X3	1	124.347
X5	1	3.602

Unusual Observations

Obs	X1	Y	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
14	8.68	14.000	12.096	0.289	1.904	2.05R

La R denota una observación con un residual estandarizado grande.

En el **análisis de varianza** se observa un valor de F calculado mayor que el de tablas, por lo tanto, el **modelo no se rechaza**.

El **análisis residual** se compone de la **prueba de normalidad** mostrada en el **gráfico 7.4**, en el cual la normalidad **no es rechazada**. El **gráfico 7.5** presenta la prueba de la **varianza constante**, la cual **tampoco es rechazada**. Finalmente el **gráfico 7.6** muestra la **prueba de la independencia** de los **errores**; **no se rechaza**.

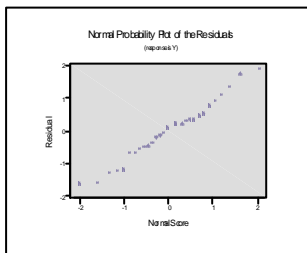


Gráfico 7.4: Prueba de normalidad -carpintería

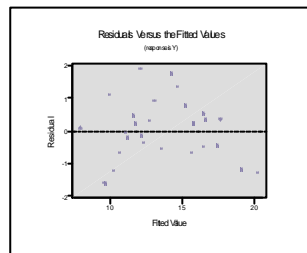


Gráfico 7.5. Prueba de varianza constante – Carpintería.

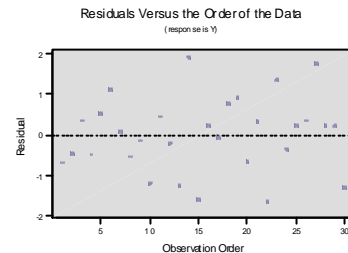


Gráfico 7.6. Prueba de independencia – Carpintería.

Para pronosticar es necesario incluir la variable re-trabajo: X_6 iniciando con 1 y 0, excluyendo a la variable X_4 por los resultados obtenidos y expuestos, indicando la ecuación de pronóstico de la siguiente manera:

$$Y_{P\text{-carpintería}} = Y = 126.23 - 3.07 X_1 - 9.17 X_2 - 8.00 X_3 - 0.505 X_5 + 0.108 X_6$$

Tomando esta ecuación como base para pronosticar en el área de Carpintería:

? Cuando exista Re-trabajo, valdría $X_6 = 1$, la ecuación quedaría:

$$Y_{P\text{-carpintería}} = Y = 126.338 - 3.07 X_1 - 9.17 X_2 - 8.00 X_3 - 0.505 X_5$$

? Y cuando no hubiera Re-trabajo, entonces $X_6 = 0$

$$Y_{P\text{-carpintería}} = Y = 126 - 3.07 X_1 - 9.17 X_2 - 8.00 X_3 - 0.505 X_5$$

Var. Predictoras	Coef	SE Coef	T	P
Constante	126.232	8.662	14.57	0.000
X1	-3.0657	0.7234	-4.24	0.000
X2	-9.166	1.634	-5.61	0.000
X3	-7.9994	0.9342	-8.56	0.000
X5	-0.5046	0.2709	-1.86	0.075
X6	0.1077	0.3641	0.30	0.770

S = 0.987983 R-Sq = 92.3% R-Sq(adj) = 90.7%

Análisis de Varianza

Fuente Variación	DF	SS	MS	F	P
Regresión	5	279.540	55.908	57.28	0.000
Error Residual	24	23.427	0.976		
Total	29	302.967			

Fuente Variación	DF	Seq SS
X1	1	135.959
X2	1	5.281
X3	1	134.910
X5	1	3.304
X6	1	0.085

Prueba de utilidad del modelo de regresión contemplado.

? **Enunciado Hipotético para los parámetros del modelo:**

“Todos los parámetros involucrados en el modelo permitan ser igual a cero” o
 “que no existe relación útil entre Y y cualquiera de las 5 variables predictoras
 seleccionadas”

? **Planteamiento estadístico.**

H₀ : ?₁ = ?₂ = ?₃ = ?₅ = ?₆ = 0

H₁ : ?_i ? 0 (i = 1, 2, 3, 5, 6)

Obteniendo el estadístico.

Analíticamente.

$F_{calc} = F = (R^2 / K) / \{(1 - R^2) / [n - (k + 1)]\} = (0.923 / 5) / \{(1 - 0.923) / [30 - (5 + 1)]\} = 57.53$ O también:

$F_{calc} = F = MSR / MSE = 55.908 / 0.976 = 57.28$

En tablas.

$F_{tab} = F_{?} = F_{?, k, n - (k + 1)} = F_{.05, 5, 24} = 2.62$ o $F_{tab} = F_{?} = F_{?, k, n - k - 1} = F_{.05, 5, 24} = 2.62$

Criterio de rechazo $F_{calc} ? F_{tab}$

Como se cumple, indica que es un resultado muy significativo y la hipótesis nula se descarta a cualquier nivel de significancia. Se **concluye** que **existe una relación lineal entre Y = Proporción de piezas defectuosas y al menos uno de las 5 variables predictoras (X₁ = Motivación, X₂ = Eficacia, X₃ = Acabado, X₅ = Operatividad, X₆ = Re-trabajo) en el modelo**, tampoco indica que las 5 sean útiles.

En el **análisis de varianza** se observa un valor de F calculado mayor que el de tablas, por lo tanto, el **modelo no se rechaza**.

En **conclusión, el modelo de regresión no se rechaza para el taller de carpintería**. La tendencia observada en el **gráfico 7.1** puede entonces **convertirse en decreciente al modificar las variables que se analizaron**. Como se recordará, la **ecuación final** quedó de la siguiente manera:

$$Y_{P\text{-carpintería}} = Y = 125 - 3.04 X_1 - 8.99 X_2 - 7.91 X_3 - 0.511 X_5 \dots(1Pc).$$

$$Y_{P\text{-carpintería}} = Y = 126.23 - 3.07 X_1 - 9.17 X_2 - 8.00 X_3 - 0.505 X_5 + 0.108 X_6 \dots(2Pc).$$

Si se aumenta la motivación en los trabajadores (X_1) se observará un valor de Y_p menor que los presentados en la **tabla 10**. Se sustituyen, por citar un ejemplo:

? **Pronóstico sin incluir re-trabajo para Carpintería (1Pc).**

Para la ecuación de pronóstico (1Pc) los siguientes valores: $X_1 = 10$, $X_2 = 1$, $X_3 = 10$, y $X_5 = 10$ no participando en el análisis el re-trabajo. Se obtiene un valor de Y (proporción) de 1.4 defectos, significativamente menor a los valores actuales.

? **Pronóstico incluyendo re-trabajo para Carpintería (2Pc).**

Para la ecuación de pronóstico (2Pc); participando en el análisis el re-trabajo:

1. Con la existencia de re-trabajo: los siguientes valores: $X_1 = 10$, $X_2 = 1$, $X_3 = 10$, $X_5 = 10$ y $X_6 = 1$. Se obtiene un valor de Y (proporción) de 1.418 defectos, significativamente menor a los valores actuales.
2. Con la inexistencia de re-trabajo: los siguientes valores: $X_1 = 10$, $X_2 = 1$, $X_3 = 10$, $X_5 = 10$ y $X_6 = 0$. Se obtiene un valor de Y (proporción) de 1.31 defectos, significativamente menor a los valores actuales.

Esto indica que lo esperado es que los defectos tengan una tendencia negativa y no lo manifestado en el gráfico 7.1.

7. Conclusiones y recomendaciones.

Las conclusiones se pueden ofrecer en función de las mejoras adquiridas en forma personal por el trabajador, al hacer uso y reconocer sus recursos Visuales, auditivos y Corporales que lo potencializan como:

- ? Persona al disfrutar de su trabajo.

? Empresa al obtener resultados que se ven en los resultados. Se observa que en el Proceso de carpintería por parte de los trabajadores está bien, lo que sucede es que requiere una redistribución de sus instalaciones y sustituir las herramientas actuales por el desgaste de más de 20 años de uso en algunos casos.,

BIBLIOGRAFÍA.

1. Alder, Harry; (1996); "Mente sin límites Programación neurolingüística"; Ed. Edfaf, España.
 2. Bandler, Richard; (1997); "Use la cabeza para variar"; Ed. Cuatro vientos, Rep. de Chile.
 3. Barbosa Cano, Erasmo; (1998); "Calidad total para juntas y reuniones: Preparación, conducción y seguimiento"; Ed. McGraw-hill, México.
 4. Berko Gleason, Jean; Ratner, Nan Bernstein; (1980); "Comunicación intercultural"; Ed Mc Grawhill, México, 2a. Edición.
 5. Bertolotto Valles, Gustavo; (1996); "Programación neurolingüística"; Ed. Diana, México.
 6. Cañas, J.J.; Waern, Y.; (2001); "Ergonomía Cognitiva"; Editorial Médica Panamericana; Madrid, España.
 7. Cañas, J.J.; (2003); "Ergonomía Cognitiva" Alta dirección, vol. 227, Pp. 66-70.
 8. Connor, Joseph O; McDermott; (1997) "El lenguaje corporal: Las bases de la PNL, Programación Neurolingüística"; Ed. Plaza y Janés; Barcelona España.
 9. Díaz Berlanga, Raúl; (1999); "En busca de lo humano"; Ed. Selector, México.
 10. Fernández Collado, Carlos; (2001); "La comunicación humana"; Ed. McGraw-hill, México.
 11. Goleman Daniel; (1999); "La inteligencia emocional en la empresa"; Ed. Javier Vergara Editor; Barcelona, España.
 12. Golghaber, Gerald M.; (1999); "Comunicación Organizacional"; Ed. Diana, México.
 13. Parasuraman, R. and Riley, V.; (1997); "Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse"; Human Factors, Pp. 39, 230-253.
 14. Johansen Bertoglio, Oscar; (1992); "La comunicación y la Conducta Organizacional"; Ed. Mcgraw-hill, México.
 15. Jones, Carl; (1989); "Comunicación Psíquica"; Ed. Selector, México.
 16. López A., Parada A, Simonetti F.; (1999); "Psicología de la comunicación"; Alfa y Omega Grupo editor, México.
 17. McEntee, Eilrrn; (1999); "Comunicación"; Ed. cGraw-hill, México.
 18. Ribeiro, Lair; (1994); "Comunicación Eficaz"; Ed. Urano; Barcelona, España.
 19. Ribeiro, Lair; (1998); "La magia de la comunicación"; Ed. Urano; Barcelona, España.
 20. Turnbull, Arthur T.; Baird, Russel N.; (1986); "Comunicación Gráfica"; Ed. Trillas; México.
 21. Vicente, K.J. (1999). Cognitive work analysis: Toward Safe, Productive and Healthy Computer-based Work. Marwah: LEA.
 22. Trechera Herreros, José Luis; (2001); "Como gota de agua. La Psicología aplicada a las organizaciones"; Editorial Desclée de Brouwer, Córdoba, España.
- <http://www.psicologia-online.com/articulos/2004/ergonomia.shtml>