



U
N
E
X
P
O

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ ANTONIO JOSÉ DE SUCRE ”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**



**DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS
QUE GENERAN DEFECTOS FÍSICOS EN LOS
ROLLOS DE ALAMBRÓN EN EL ÁREA DE
ACABADO DEL TREN DE ALAMBRÓN EN LA
EMPRESA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO
“ALFREDO MANEIRO”, SIDOR C. A.**

Autor: Ronald Figueredo

Tutor Industrial:
Ing. Amílcar Suárez

Tutor Académico:
MSc. Ing. Iván Turmero

CIUDAD GUAYANA, OCTUBRE 2009

EL PROBLEMA

En el departamento de procesos de la gerencia de Barras y Alambrón se lleva desde el mes de abril del 2009 un registro de los defectos que se generan en todos los tipos de acero que se fabrican en forma de rollos, tomando en cuenta su diámetro, concentración de carbono (bajo-medio-alto), peso, número de colada de la que proviene el mismo, número del rollo y orden de venta. Sin embargo, se desconocen las causas que generan la falta de calidad en el producto.

Durante el desarrollo del proceso de laminación de los rollos de alambrón se presentan diferentes problemas en el área de acabado del producto, provocando una serie de defectos en los mismos. El 47% de estos defectos son físicos y se distribuyen de la siguiente manera: mal enrollado, erizos, espiras dobladas, espiras tensadas, melladura mecánica, amarres flojos, rollos picados, manchas de aceite y múltiples puntas. Es importante mencionar que todos estos desperfectos se han presentado en los rollos desde que el tren laminador de alambrón comenzó sus funciones por primera vez. Todo esto genera demoras en el proceso, traslados innecesarios, almacenamiento de productos no conformes y reclamos por parte de los clientes de SIDOR C.A.

➤ Objetivo General

Determinar y analizar las causas actúales que generan los defectos físicos en los rollos de alambón en el área de acabado del tren de alambón en la empresa Siderúrgica del Orinoco, SIDOR C.A.

➤ Objetivos Específicos

- 1. Describir el proceso productivo del tren de alambón de la Siderúrgica del Orinoco SIDOR C.A.**
- 2. Diagnosticar la situación actual de todas las máquinas y herramientas del área de acabado (desde el formador de espiras hasta la compactadora) y la zona de almacenamiento y despacho.**
- 3. Determinar la cantidad de rollos de alambón que presenten los defectos: mal enrollado, erizos, espiras dobladas, melladura mecánica, falta de amarre o amarre flojo y múltiples puntas.**
- 4. Determinar las zonas del tren de alambón donde se produce cada uno de los defectos físicos.**
- 5. Estratificar el número de rollos que presenten defectos físicos para conocer por cual se generan mas perdidas.**
- 6. Evaluar el comportamiento estadístico de los defectos físicos por cuadrillas de trabajo.**

El estudio es de gran importancia ya que en las primeras 23 semanas del año 2009 la empresa siderúrgica del Orinoco SIDOR C.A. presentó un total de 48 toneladas en caída cualitativa, es decir, en rollos de alambrón que fueron retenidos por presentar diferentes defectos, con el fin de someterlos a una estricta evaluación por parte del departamento de calidad. Todo esto implica disminución de los ingresos de la empresa por concepto de ventas y exceso de trabajo para el técnico de aseguramiento y el ingeniero de verificación. Además de incrementar los costos, por el hecho de tener que reprocesar el material (cortar la punta o la cola del rollo) o designarlo como chatarra, o sea, llevar el material nuevamente a las acerías para ser fundido, luego convertido en palanquilla y finalmente volver a convertirlo en alambrón.

Por todas estas razones se hace estrictamente necesario la determinación de las causas que originan los defectos en el producto, ya que con esto se podrían implementar las correcciones necesarias que garanticen la continuidad del proceso, la disminución de las demoras, y el aumento de la satisfacción de los clientes.

El estudio está dirigido específicamente a los defectos físicos que se presentan con mayor relevancia en el tren de alambrón, siendo estos:

- **Mal Enrollado.**
- **Erizos.**
- **Espiras Dobladas.**
- **Múltiples Puntas.**
- **Falta de Amarre.**
- **Melladura Mecánica.**

Del mismo modo la investigación se realizará en todos los tipos de acero que se laminen, tomando en cuenta el grado de carbono (bajo, medio o alto), el número de la colada de la que proviene el rollo, el número consecutivo del mismo, el diámetro, turno y fecha de producción.

Para la elaboración de este estudio se presentan una serie de factores de distinta naturaleza que limitan el desarrollo de la investigación. Algunos de ellos se mencionan a continuación:

- **El estudio se realiza en un solo turno laborable de la empresa. Esto es, en el segundo turno, comprendido desde las 7:00 am hasta las 3:00 pm, comenzando el día lunes y finalizando el día viernes.**
- **En ocasiones se paraliza la producción por presentarse encalles en los trenes de laminación o por paradas de mantenimiento.**

SIDOR C.A.

La Siderúrgica del Orinoco (SIDOR, C. A.) es una empresa actualmente (2008) perteneciente al estado venezolano; Dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinados al mercado nacional e internacional. Su capacidad instalada de producción es de seis millones seiscientas mil toneladas métricas de acero crudo al año.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La planta industrial de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR), está ubicada en Venezuela, específicamente en el Estado Bolívar, dentro del perímetro urbano de Ciudad Guayana, en la Zona Industrial de Matanzas, sobre el margen derecho del río Orinoco, a 17 Km de su confluencia con el río Caroní y a 300Km. de la desembocadura del Orinoco sobre el Océano Atlántico.





GENERALIDADES DE LA EMPRESA



MISIÓN

Siderúrgica del Orinoco "Alfredo Maneiro" o SIDOR C.A, es una empresa estatal, dedicada a la fabricación de productos de acero No Planos y Planos, destinados fundamentalmente al mercado venezolano y a la exportación.

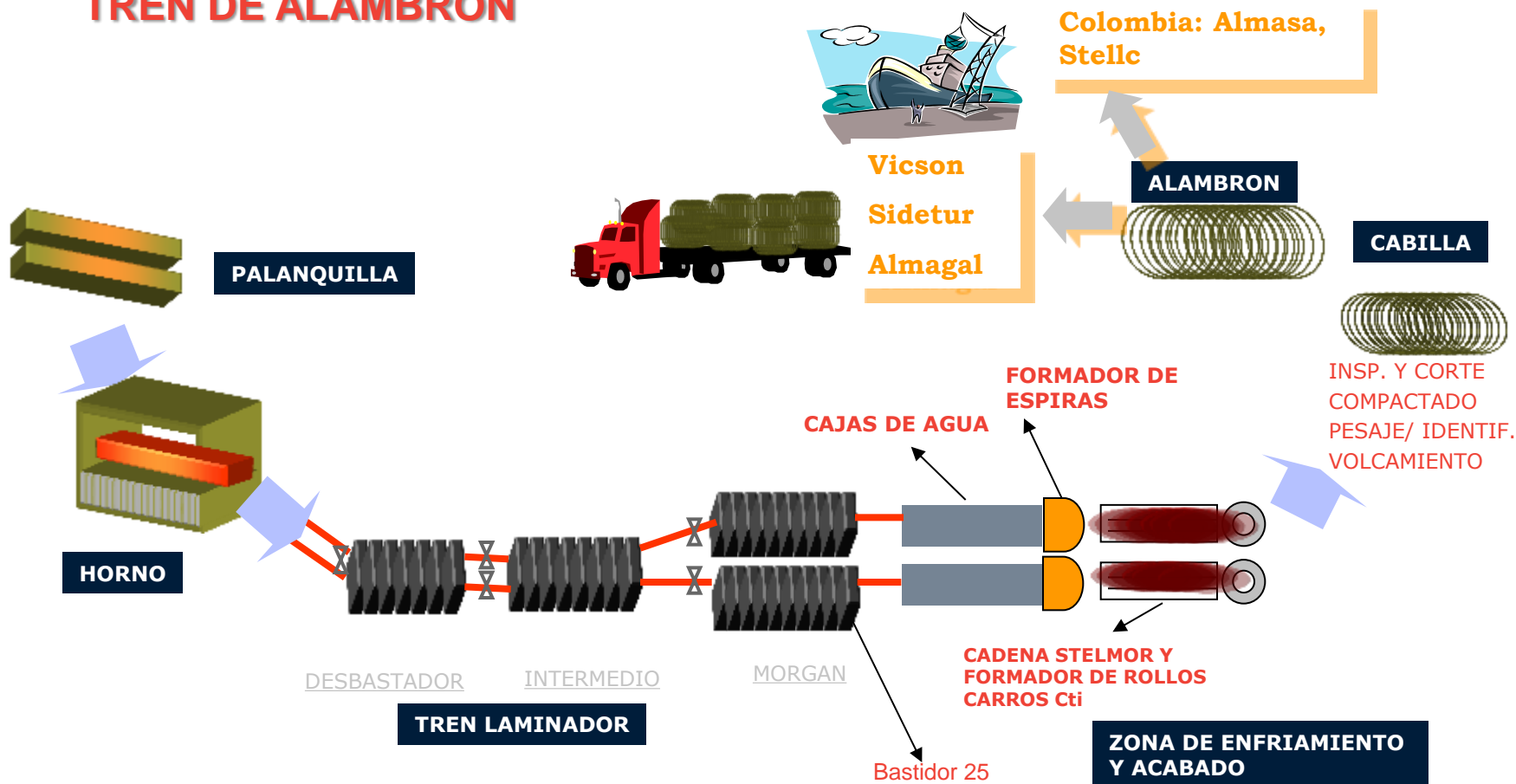
VISIÓN

SIDOR tendrá estándares de competitividad similares a los productos más eficientes y estará ubicada entre las mejores siderúrgicas del mundo.

VALORES

- Compromiso con el desarrollo de nuestros clientes.
- Visión de largo plazo, inversión y capacidad de realización.
- Arraigo local.
- Visión global.
- Mejora continua en gestión y procesos.
- Enfoque sistemático y racional de los procesos.
- Cultura y vocación industrial.
- Desarrollo de los recursos humanos: excelencia, compromiso y pasión.
- Profesionalismo y tenacidad para la consecución de los objetivos.
- Cuidado de la seguridad, salud e higiene en el trabajo.
- Responsabilidad social empresarial en nuestras comunidades y en el cuidado del medio ambiente.
- Honestidad, trabajo en equipo.
- Flexibilidad.

TREN DE ALAMBRÓN



**Capacidad actual:
600.000 t/año**

TIPO DE ESTUDIO

- Se trata de un estudio **descriptivo y experimental**, en la medida que el fin es el de describir con precisión las características del proceso que se lleva a cabo en el área de acabado del tren de alambrón en la empresa Siderúrgica del Orinoco SIDOR C.A. y que influyen en la calidad del producto final.
- El estudio se encausa hacia el tipo **exploratorio**, ya que permite establecer una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo.
- La investigación planteada se ajusta a un estudio de tipo **evaluativo**; puesto que el objetivo central de la misma es evaluar y enjuiciar el método actual de trabajo del área de acabado del tren de alambrón en la empresa Siderúrgica del Orinoco SIDOR C.A., a fin de corregir las deficiencias presentadas e introducir los reajustes necesarios, en pro de disminuir el porcentaje de defectos que se presentan en los rollos de alambrón por lote de producción e incrementar los ingresos por concepto de ventas de dicho producto.

POBLACIÓN

La población esta representada por la totalidad de los rollos que presenten defectos de: mal enrollado, erizos, espiras dobladas, melladuras mecánicas, falta de amarre o amarre flojo y múltiples puntas, en todos los turnos laborables de la empresa.

MUESTRA

La muestra estará constituida por la cantidad de rollos que presenten defectos físicos de Lunes a Viernes en el segundo turno laborable de la empresa (7:00am - 3:00pm).

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Observación directa participante.**
- **Entrevista.**
- **Cuestionario.**
- **Diagrama de proceso.**
- **Diagrama de correlación.**
- **Diagrama Ishikawa.**
- **Análisis operacional.**

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO:

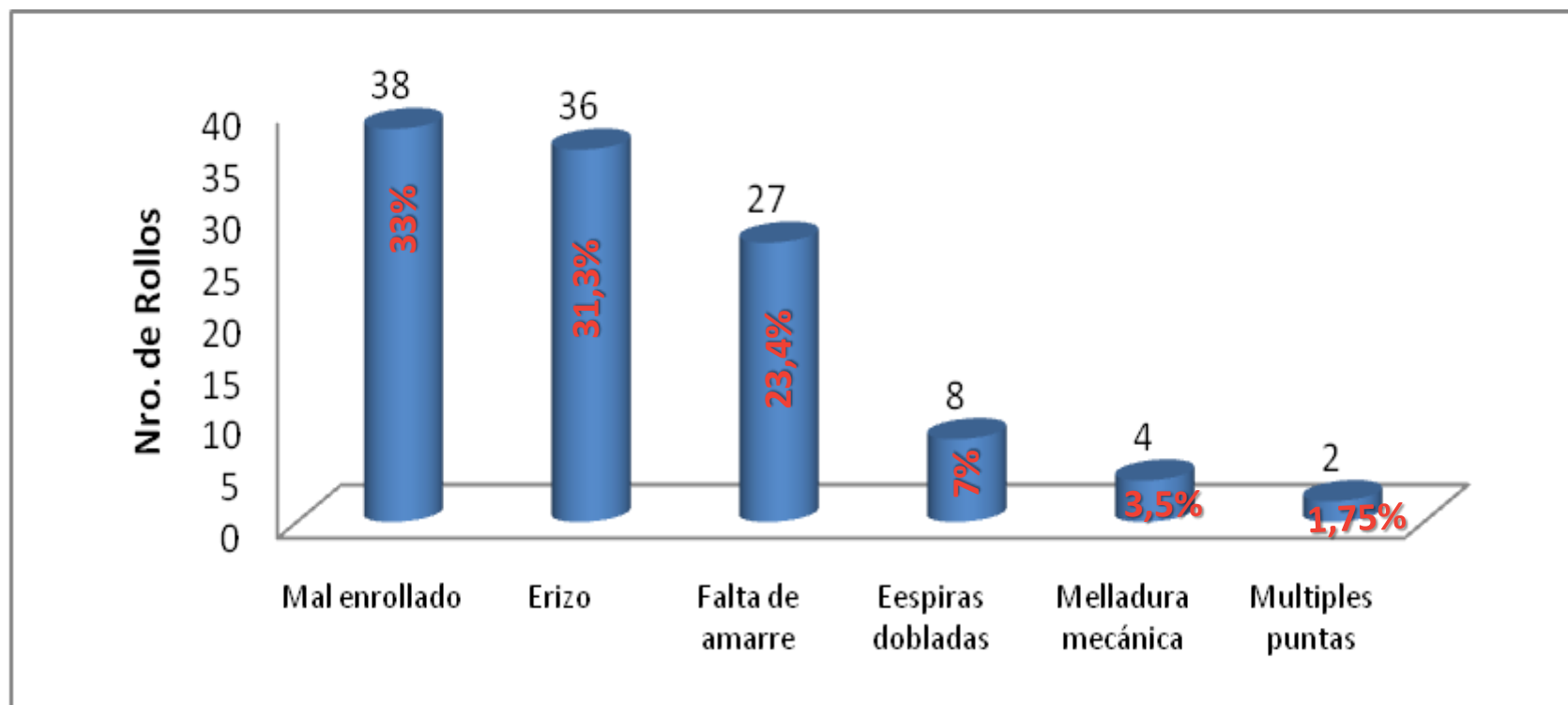
1. Recorrido en planta para conocer el proceso de fabricación de alambrón.
2. Observar de forma directa el ambiente laboral y las funciones que desempeñan las cuadrillas de trabajo en las zonas de acabado, de almacén y despacho.
3. Consultar Manuales Operativos, textos bibliográficos, y visitar páginas web para obtener bases teóricas que avalen la realización de la investigación.
4. Describir la situación actual, a través de información sobre la caída cualitativa en el tren de alambrón disponible en la intranet de la empresa.
5. Recopilación de datos (rollos defectuosos) a través del llenado de formatos diseñados para tal función. Esto por medio de observación directa del proceso de laminación.
6. Procesamiento y análisis de la información recolectada, a través de histogramas, gráficos tipo pastel y de Shewart.
7. Análisis estadístico sobre la frecuencia de los defectos físicos de mayor relevancia en el tren de alambrón.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO:

8. Diseño de diagrama de causa - efecto, y gráfico de Pareto para el análisis de las causas de los defectos físicos.
9. Elaboración de conclusiones a partir de la información arrojada por las herramientas utilizadas en el paso 8.
10. Planteamiento de propuestas que permitan eliminar o minimizar la aparición de los defectos físicos en los rollos de alambrón.

SITUACIÓN ACTUAL

Distribución Estadística de los Defectos Físicos Presentados en los Meses de Abril y Mayo en el Tren de Alambrón



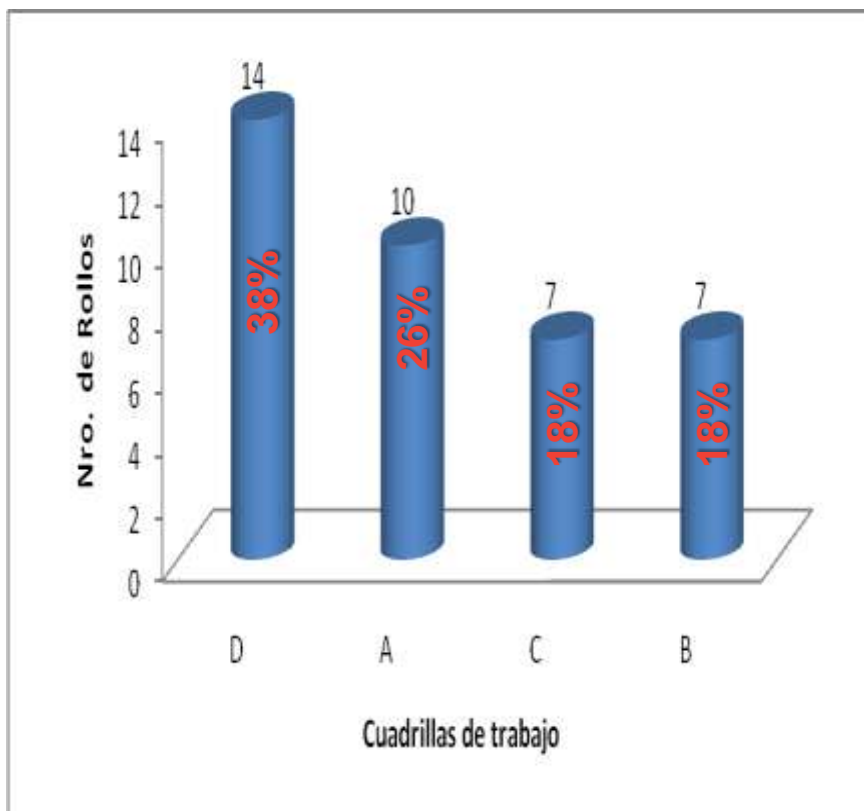
A: Mal enrollado

B: Erizo

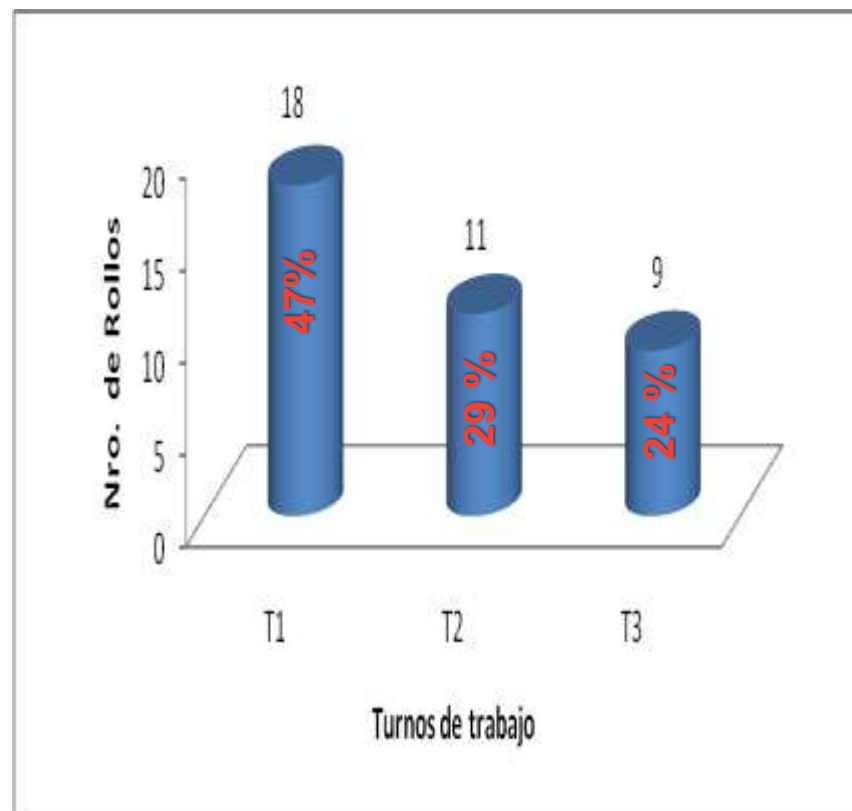
C: Falta de Amarre

Mal Enrollado

Rollos con M.E. Vs Cuadrillas de Trabajo

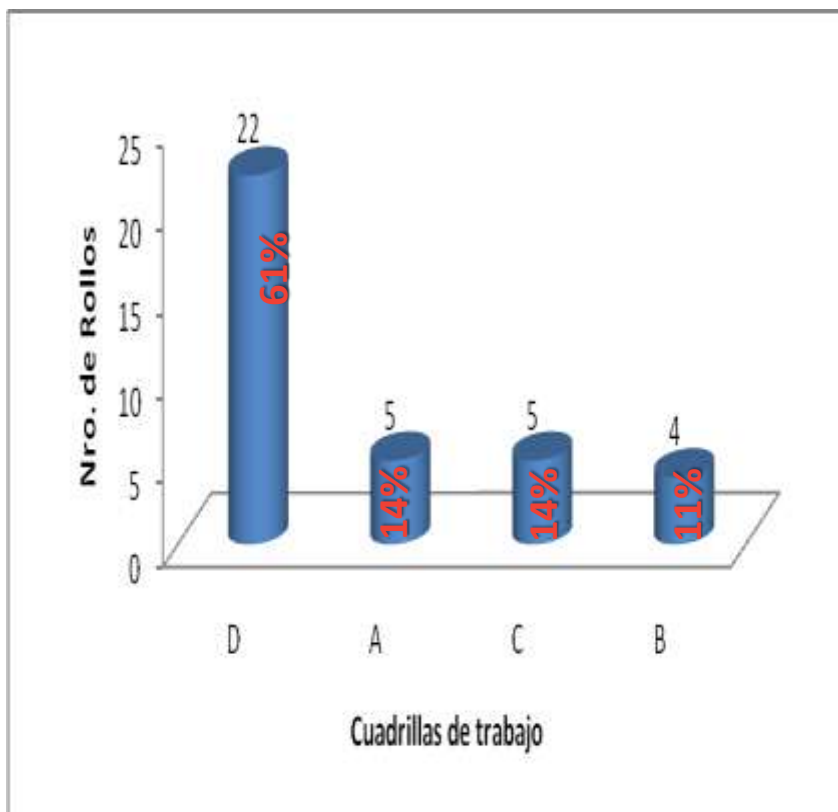


Rollos con M.E. Vs Turnos de Trabajo

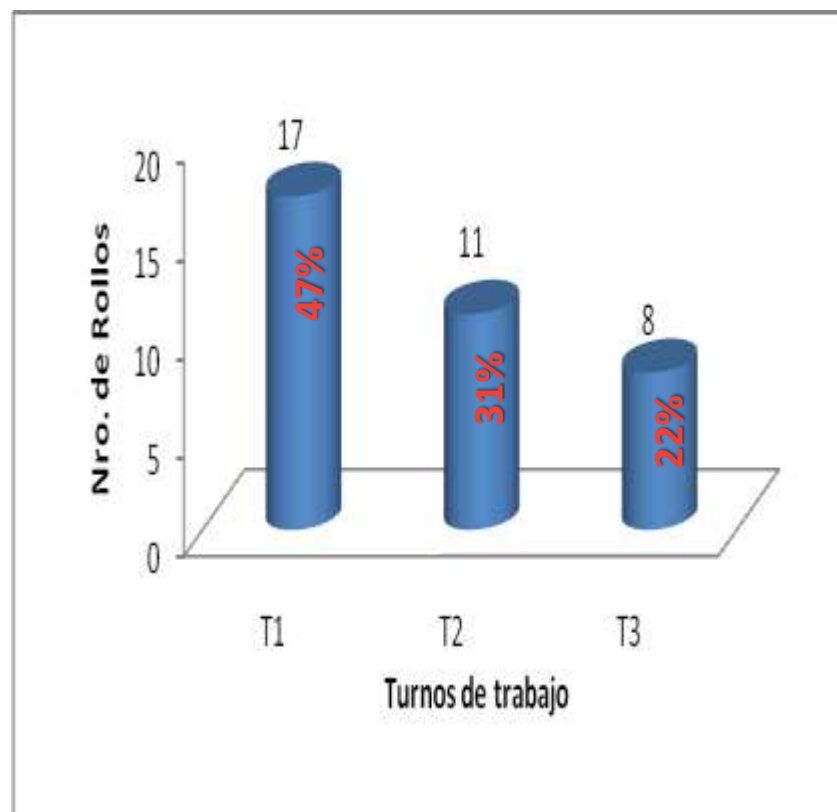


Erizo

Rollos con Erizo Vs. Cuadrillas de Trabajo

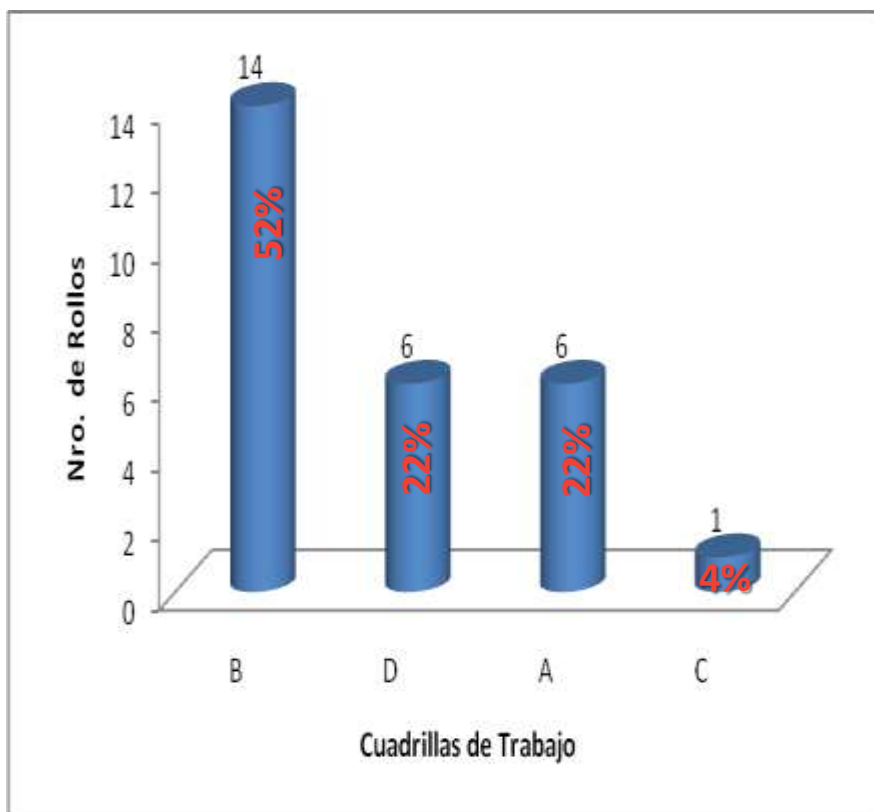


Rollos con Erizo Vs. Turnos de Trabajo

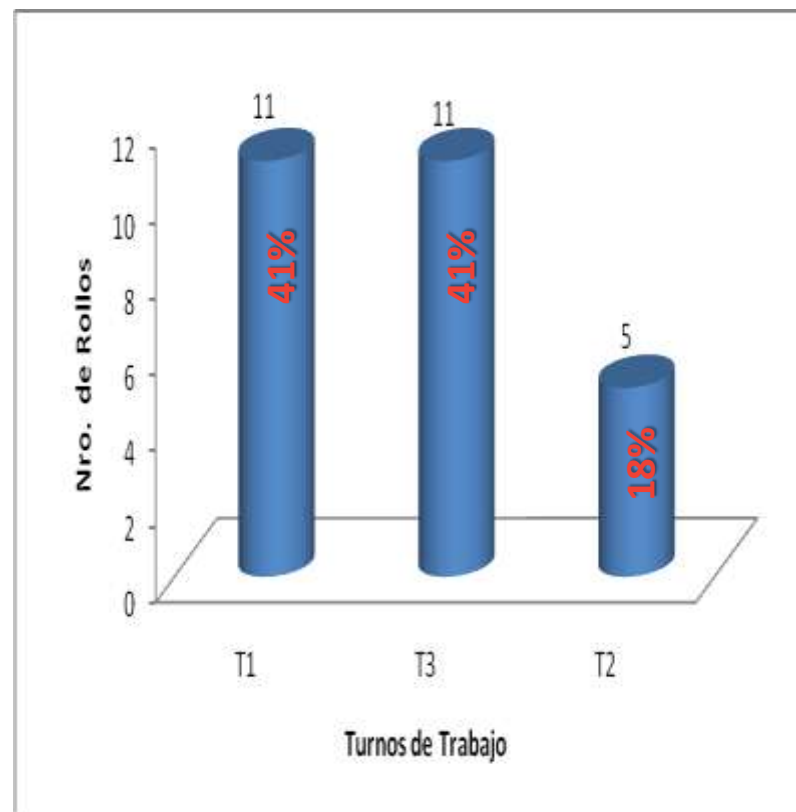


Falta de Amarre

Rollos con F.A. Vs. Cuadrillas de Trabajo

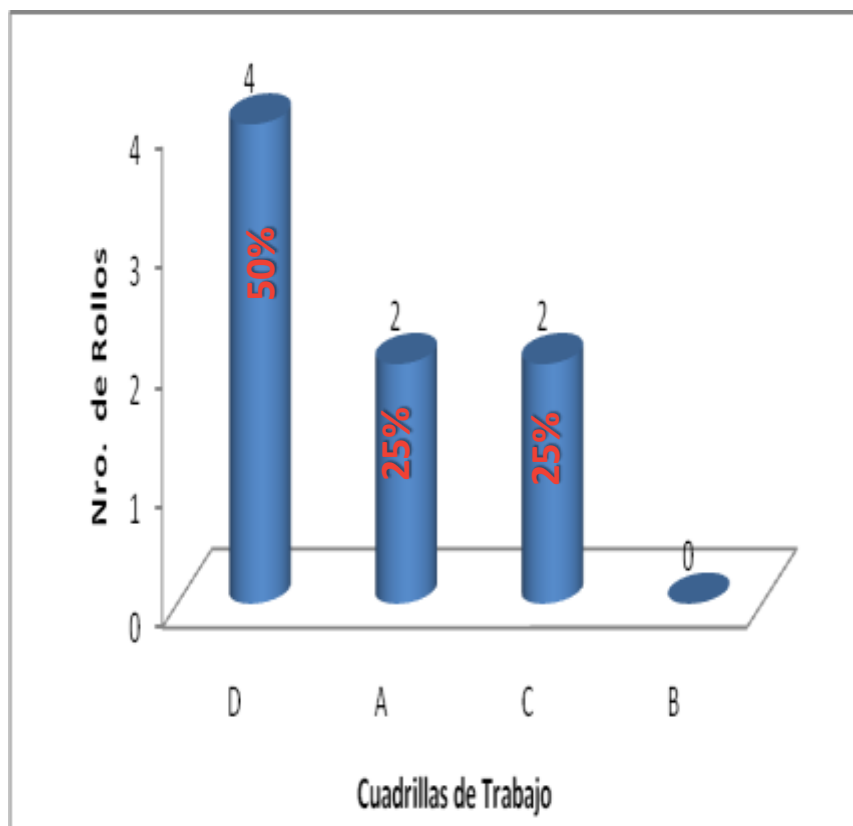


Rollos con F.A. Vs. Turnos de Trabajo

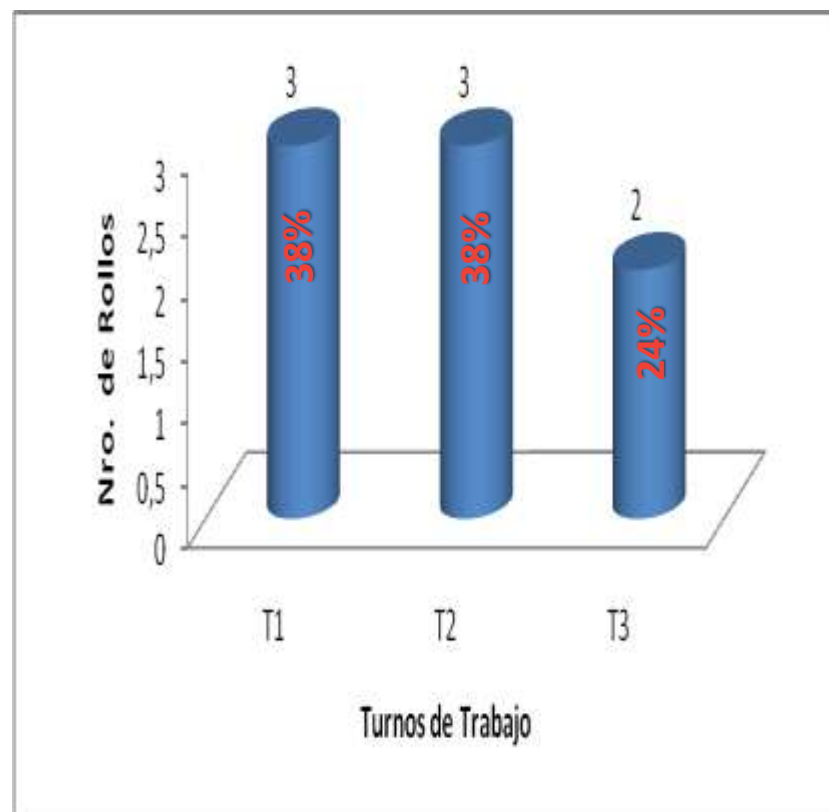


Espiras Dobladas

Rollos con E.D. Vs Cuadrillas de Trabajo

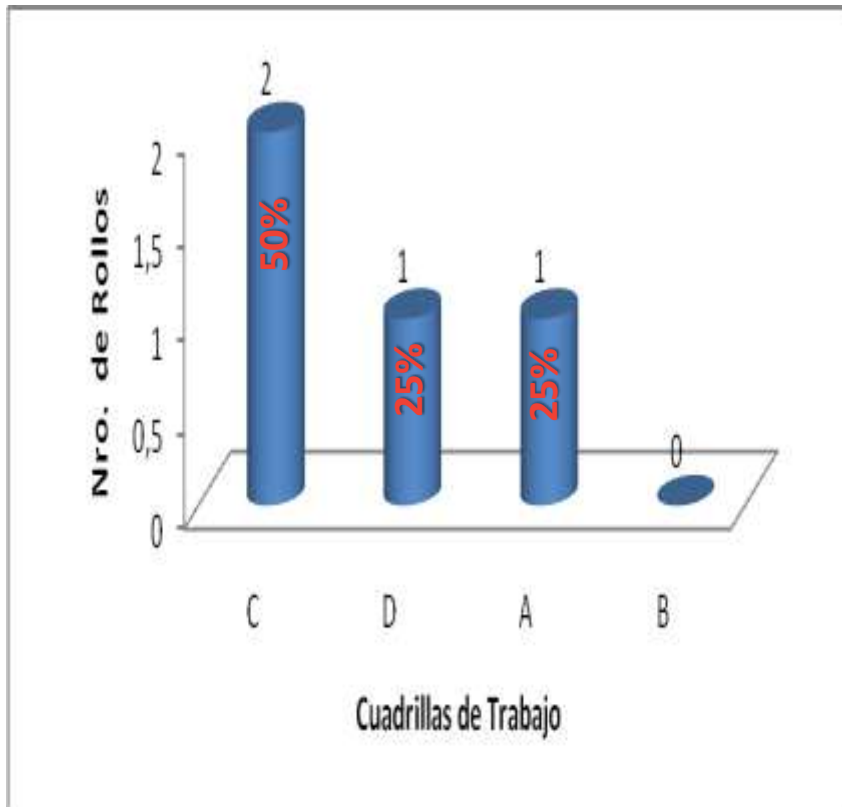


Rollos con E.D. Vs Turnos de Trabajo

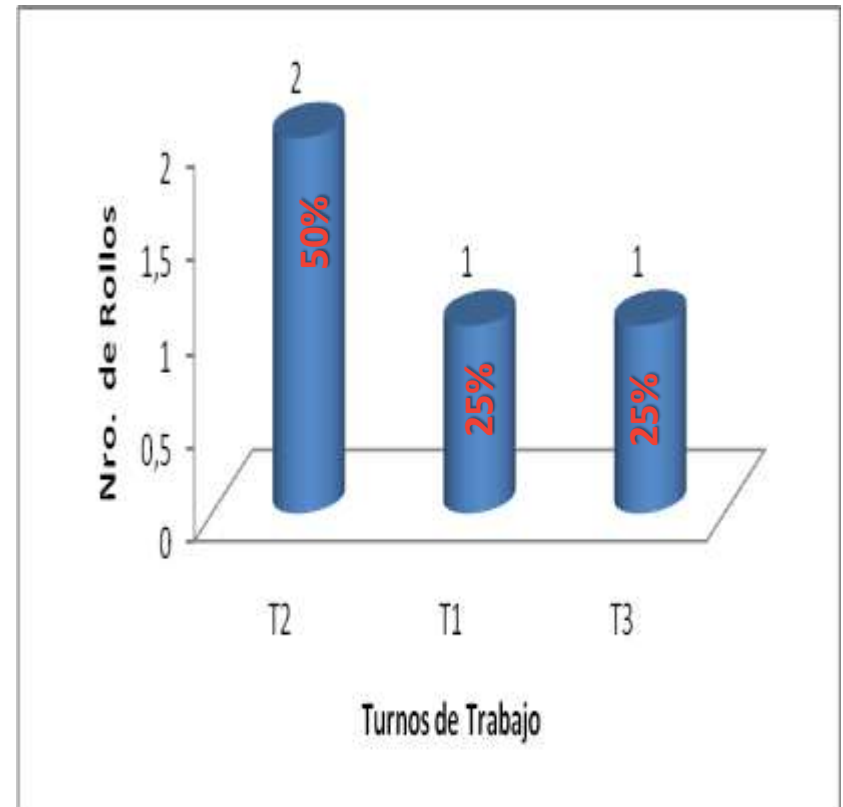


Melladura Mecánica

Rollos con M.M. Vs Cuadrillas de Trabajo

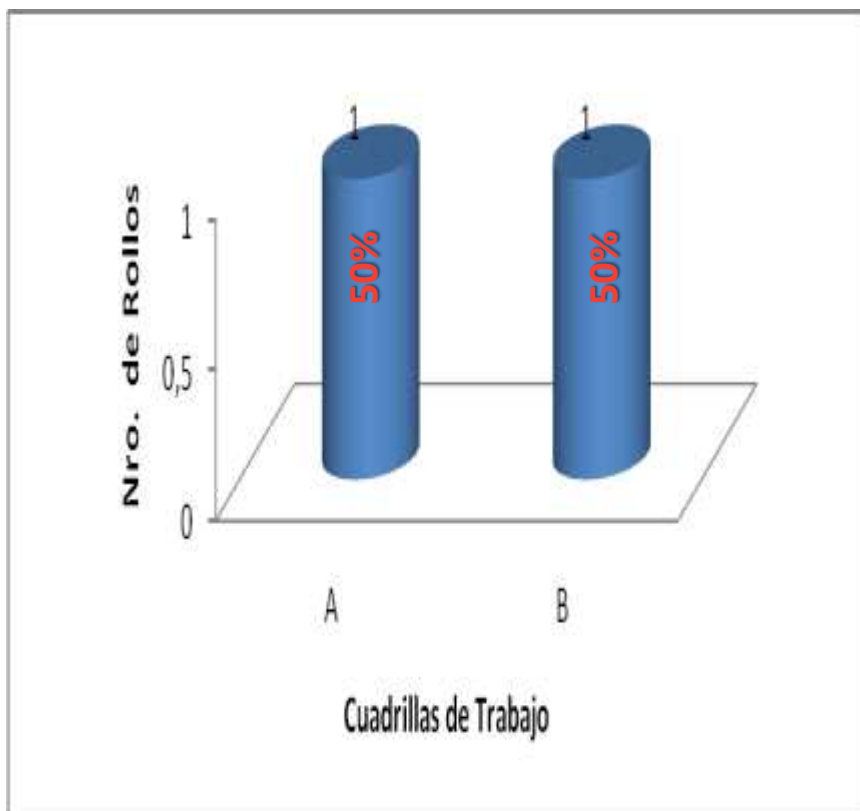


Rollos con M.M. Vs Turnos de Trabajo

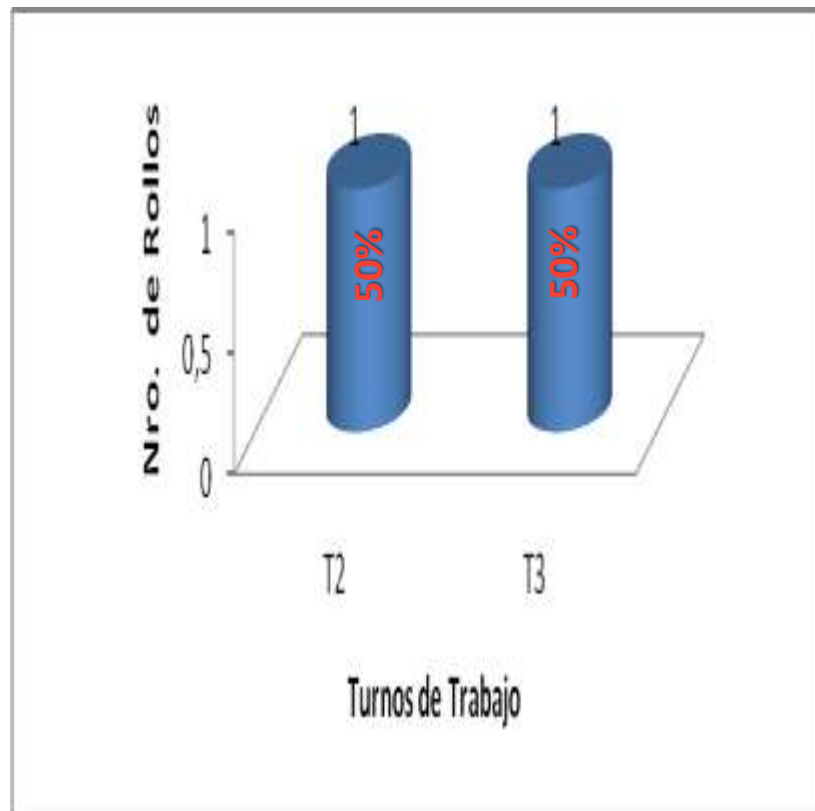


Múltiples Puntas

Rollos con M.P. Vs Cuadrillas de Trabajo



Rollos con M.P. Vs Turnos de Trabajo

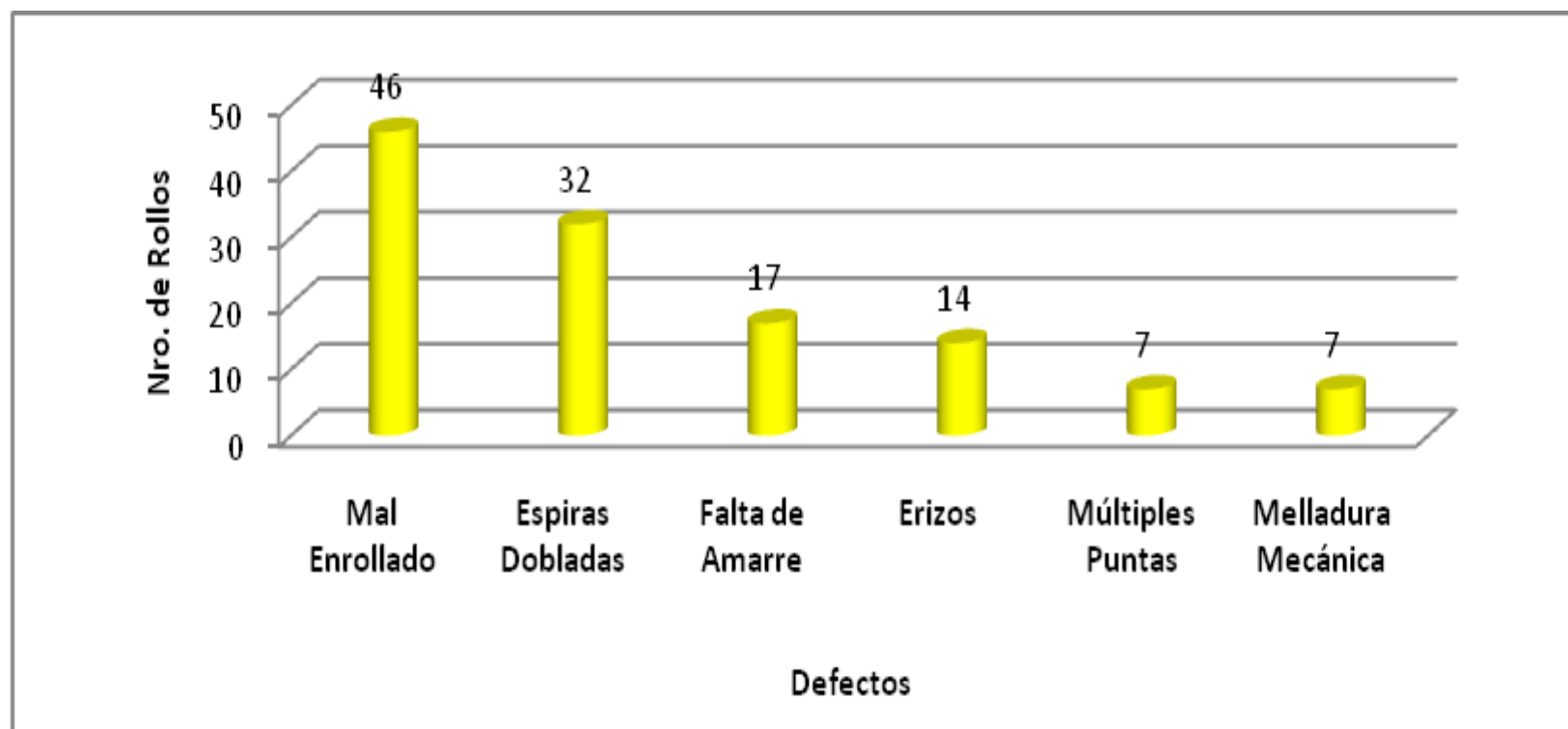


Resumen de la cantidad de rollos de alambρόn dañados según el tipo de defecto físico

Defecto	Cantidad de rollos
Mal Enrollado	46
Espiras Dobladas	32
Falta de Amarre	17
Erizos	14
Múltiples Puntas	7
Melladura Mecánica	7
TOTAL	123

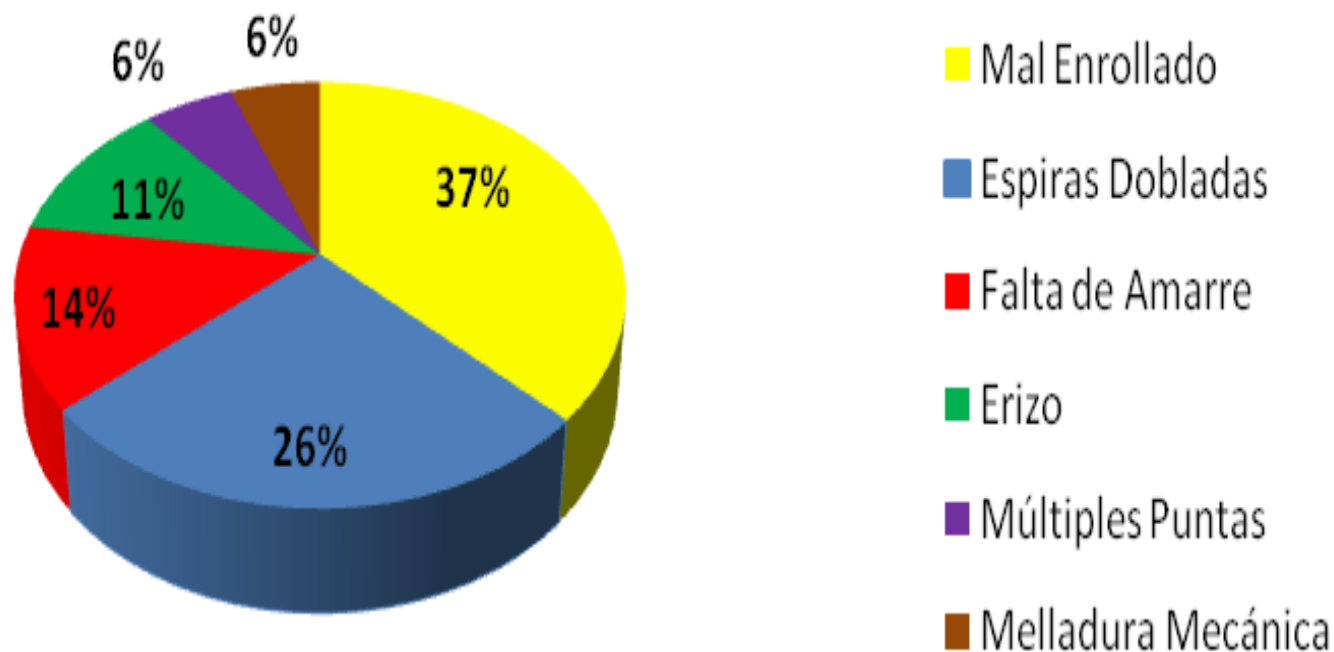
RESULTADOS

Estratificación de la cantidad de rollos de alambρόn dañados según el tipo de defecto físico



RESULTADOS

Estratificación de la cantidad de rollos de alambρόn dañados según el tipo de defecto físico



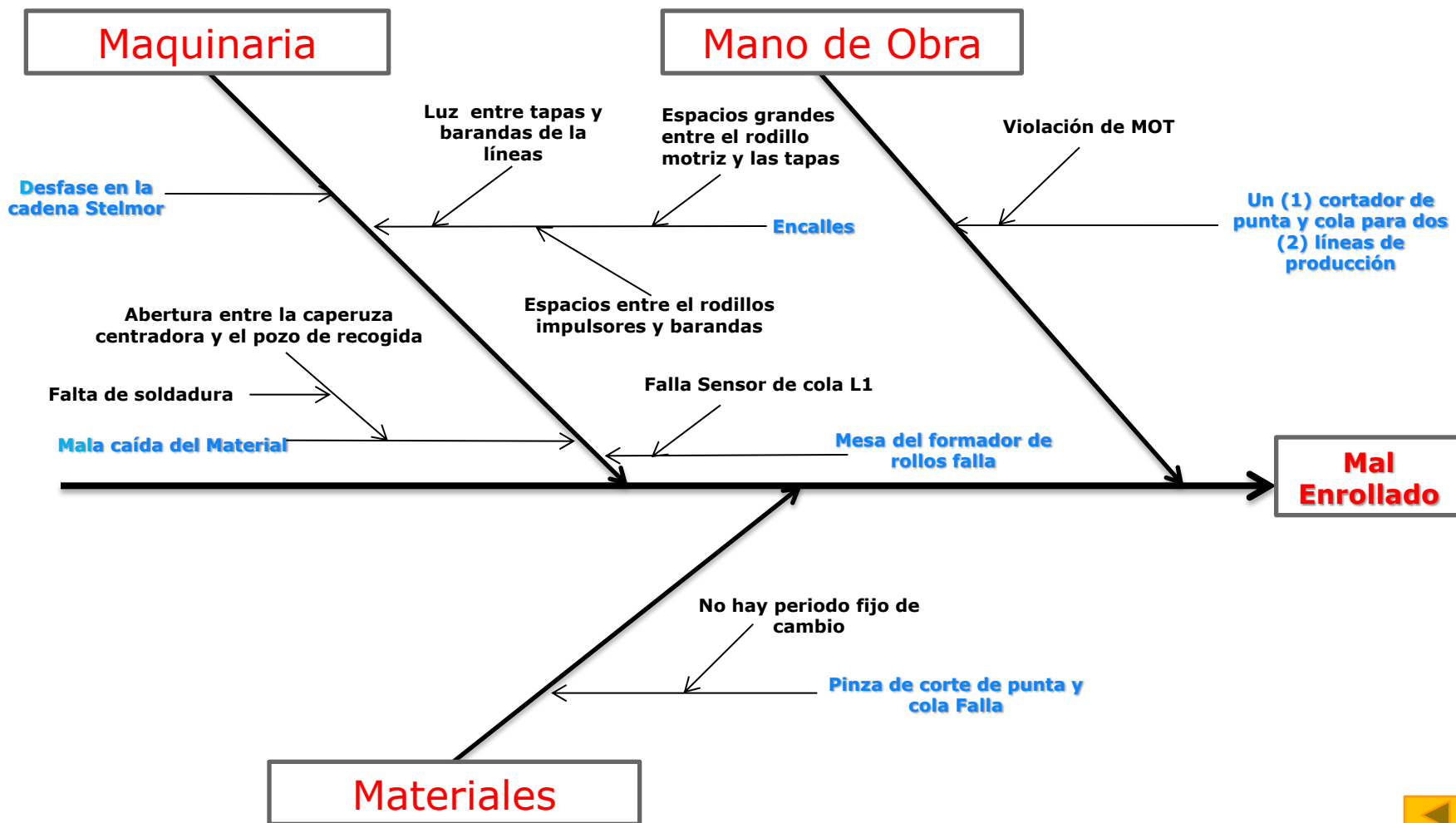
Áreas del Tren de Alambrón donde se producen los defectos físicos

PERIODO: 01/06/09-30/08/09	ÁREA: ACABADO	ÁREA: DESPACHO
DEFECTO	LÍNEAS 1 Y 2	ALMACÉN
Mal enrollado	X	
Erizo	X	
Espiras dobladas		X
Falta de amarre		X
Múltiples puntas		X
Melladura mecánica		X
TOTAL	2	4

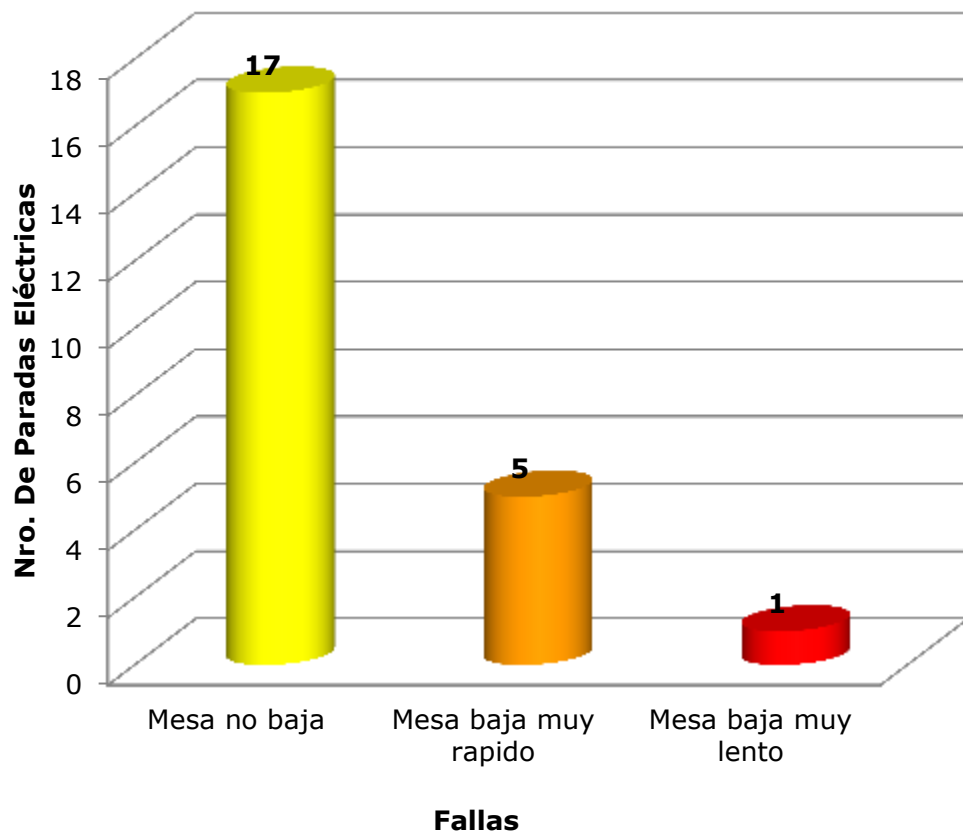
RESULTADOS

DEFECTO	ITEM	CAUSA
MAL ENROLLADO	1	Fallas en el Ascenso y Descenso de la Mesa Colectora de Rollos
	2	Abertura Entre las Tapas de Enfriamiento y de la Vía Colectora con Respecto a las Barandas de las Líneas
	3	Espacio Excesivo Entre Rodillo Motriz Y Vía Alimentadora
	4	Espacios Entre Los Rodillos Impulsores Y Barandas De Las Líneas
	5	Abertura Entre La Caperuza Centradora Y El Pozo De Recogida Del Formador De Rollos
	6	Desfase En Los Eslabones De Las Cadenas Stelmor
ERIZO	1	Desnivel en Tapas de Enfriamiento y Vía Colectora
➤ ESPIRAS DOBLADAS ➤ AMARRE FLOJO ➤ MÚLTIPLES PUNTAS ➤ MELLADURA MECÁNICA	1	Desnivel en la Estructura de la Descargadora de Rollos 1.2.
	2	Desbalance en el Movimiento de Ganchos CTI
	3	Desfase en el Punto de Frenado de Volcadora 2.2
	4	Operación Inadecuada de Grúas
	5	Operación Inadecuada de Descargadora de Rollos

Causas del Mal Enrollado

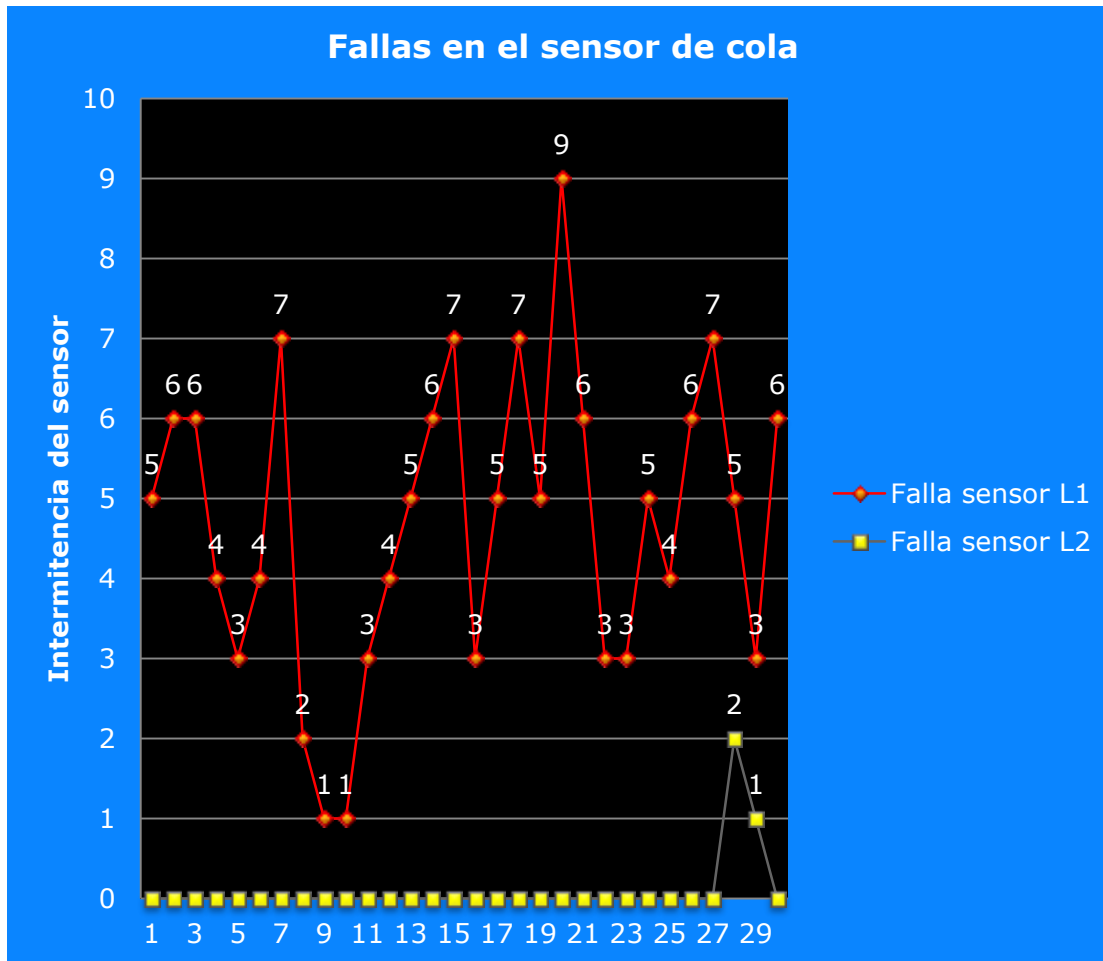


1. Fallas en el Ascenso y Descenso de la Mesa Colectora de Rollos



Material dañado por falla en la mesa

Causa de las Fallas de la Mesa Colectora de Rollos



La mesa colectora falla debido a un mal funcionamiento del sensor de cola de la línea 2.

2. Abertura Entre las Tapas de Enfriamiento y de la Vía colectora con respecto a las Barandas de las Líneas

Revisión de tapas de vía colectora y enfriamiento de Líneas 1 y 2					
Líneas		L1		L2	
Distancia Entre Tapas y Barandas		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Tapas de la Vía Colectora	Tapa 1	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm
	Tapa 2	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm	6,65 mm
	Tapa 3	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm	6,70 mm
Tapas de Enfriamiento	Tapa 1	6,50 mm	1,00 mm	0,00 mm	3,00 mm
	Tapa 2	5,50 mm	3,00 mm	6,20 mm	7,20 mm
	Tapa 3	6,50 mm	0,00 mm	3,00 mm	3,00 mm
	Tapa 4	6,70 mm	6,00 mm	6,10 mm	6,10 mm
	Tapa 5	6,50 mm	5,50 mm	2,00 mm	5,60 mm

Vía Colectora



Tapa 3.
6,70 mm de
apertura.

2. Abertura Entre las Tapas de Enfriamiento con respecto a las Barandas de las Líneas

LÍNEA 1



Tapa 1.
6,50 mm de
abertura.

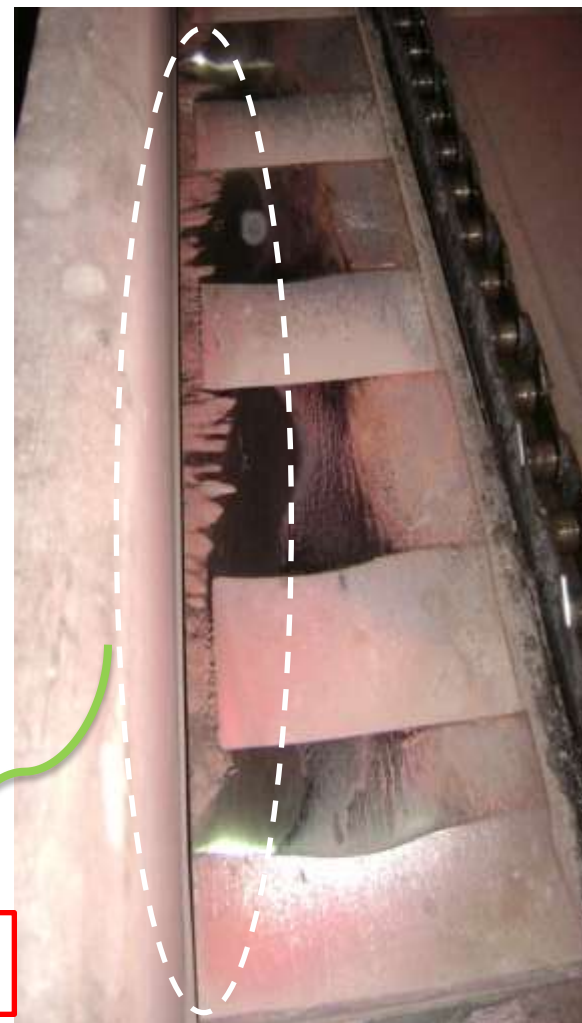


Tapa 2.
5,50 mm de
abertura.

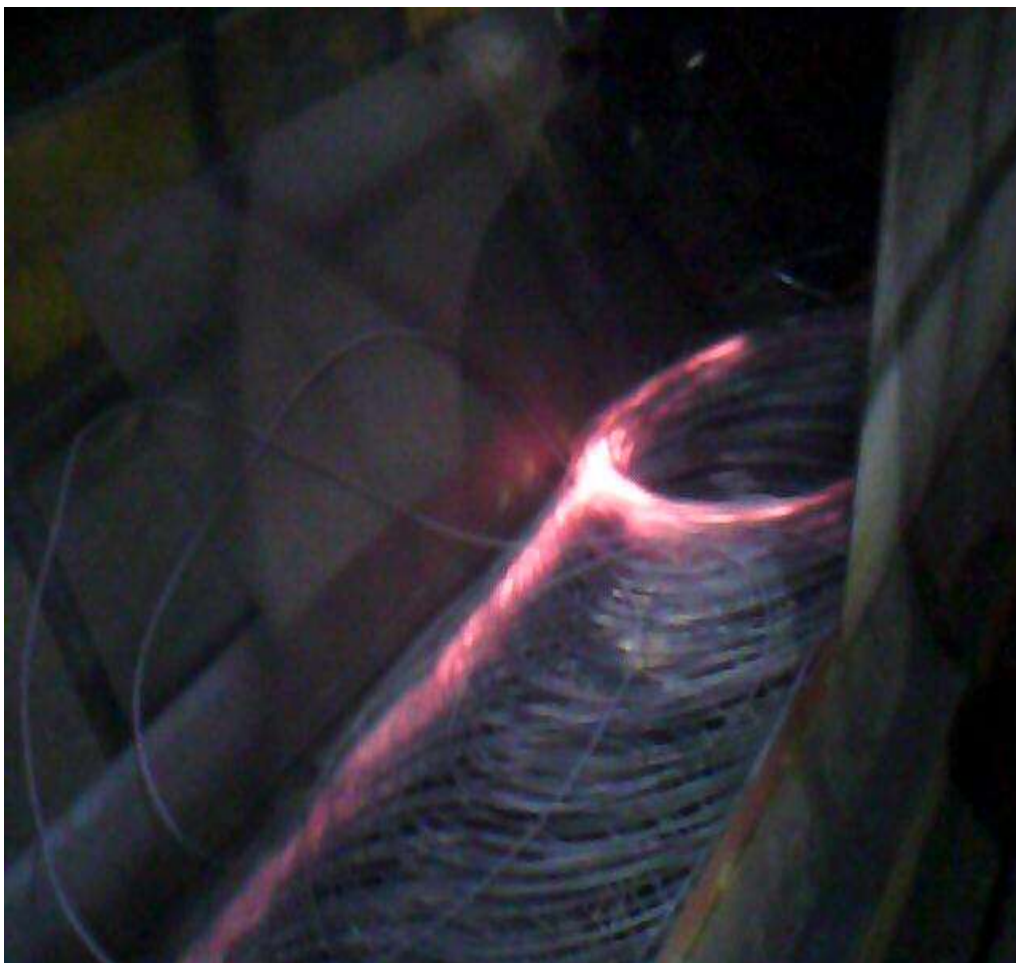
Tapa 3
6,50 mm de
abertura



Tapa 4.
6,70 mm de
abertura.

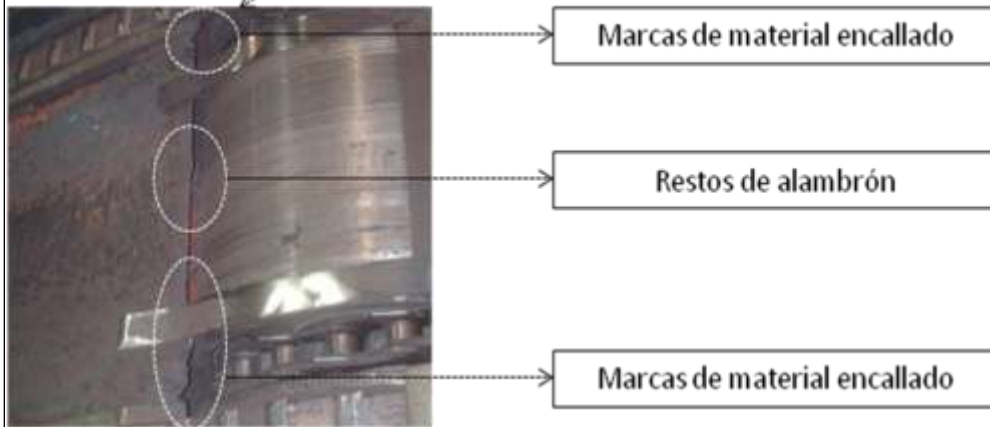


2. Abertura Entre las Tapas de Enfriamiento con respecto a las Barandas de las Líneas



A mayor deformidad en las colas o inicios del material mayor es la posibilidad de quedar atrapado en las aberturas entre tapas y barandas

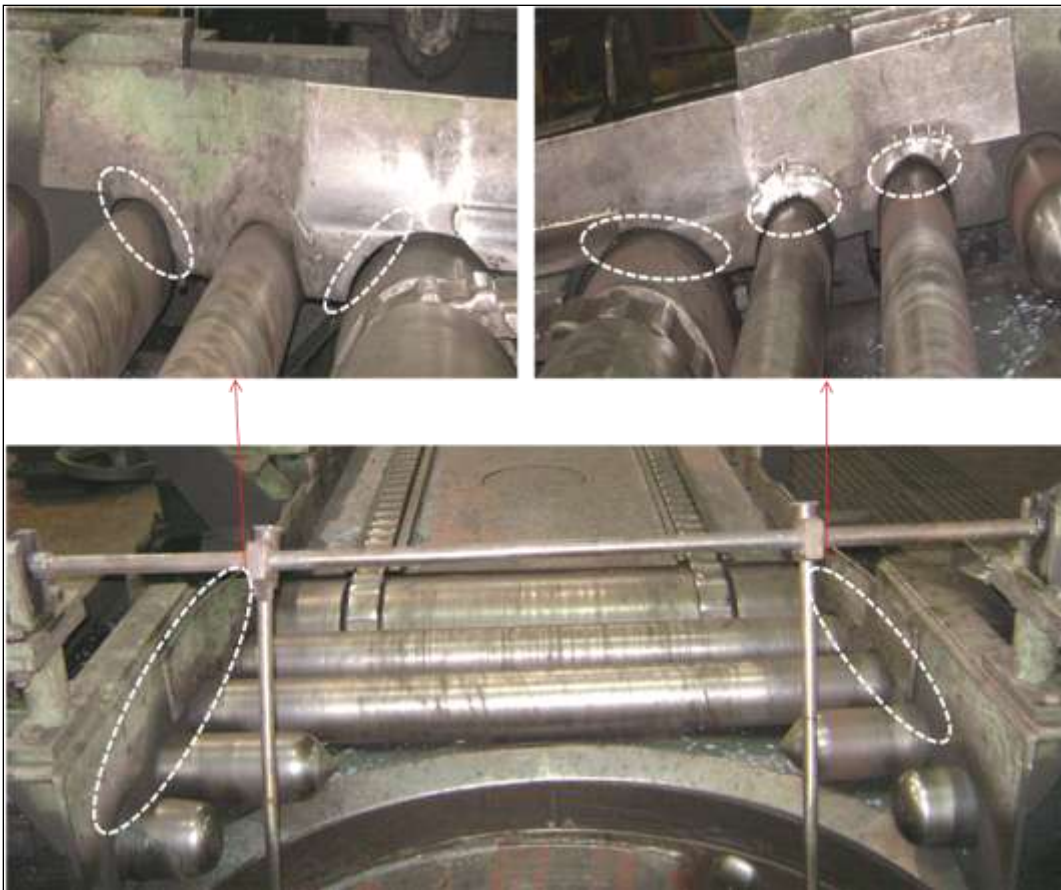
3. Espacio Excesivo Entre Rodillo Motriz y Tapas de la Vía Alimentadora



Los rodillos motrices de las líneas 1 y 2 presentan aberturas con respecto a las tapas de la vía alimentadora. Esto provoca que el material se encalle y se deforme el rollo completamente.

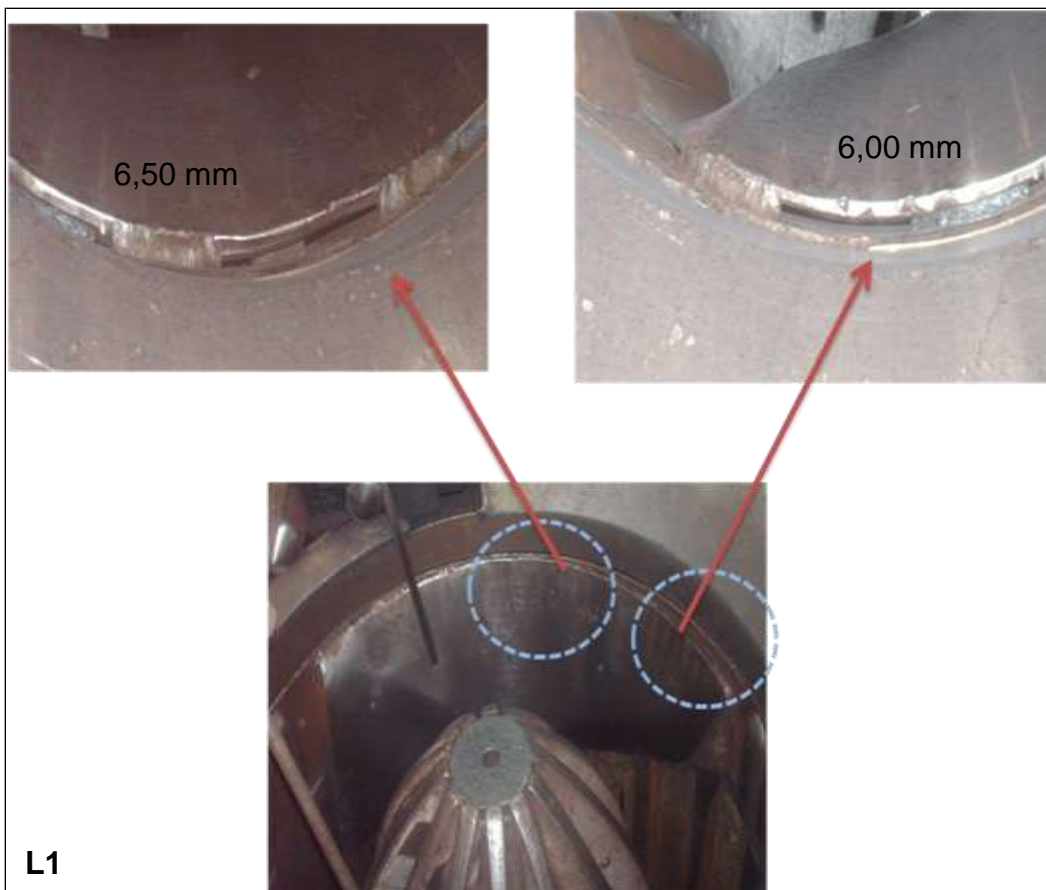
En este punto el material queda atrapado mayormente por inicios deformados por las aberturas entre tapas y barandas a la salida del formador de espiras.

4. Espacios Entre los Rodillos Impulsores y Barandas de las Líneas



Los rodillos impulsores presentan desgaste en su estructura, lo que permite la formación de espacios mayores a 5,50 mm con respecto a las barandas de las líneas, en los que el alambón se encalla fácilmente.

5. Abertura Entre la Caperuza Centradora y el Pozo de Recogida del Formador de Rollos

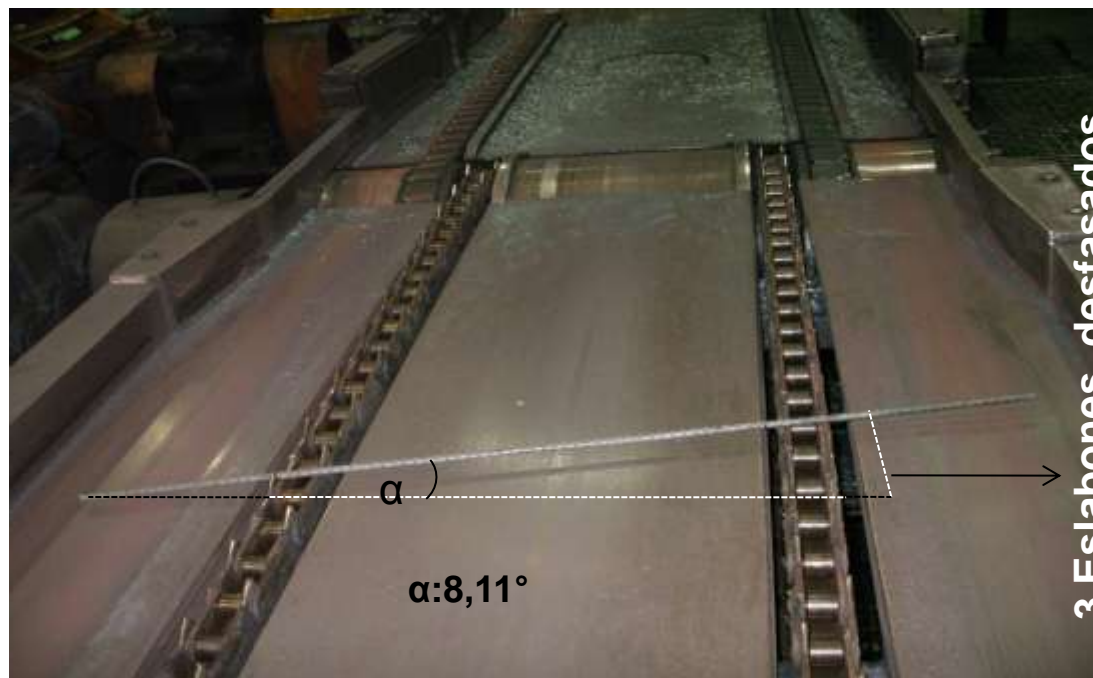


L1

La caperuza centradora presenta dos fisuras con respecto al pozo de recogida, en las que los inicios de los rollos quedan atrapados mientras el formador de rollos esta en funcionamiento, lo que genera una deformación completa en el enrollado del material

6. Desfase en los Eslabones del Transportador Stelmor

Revisión de cadenas stelmor de Líneas 1 y 2				
líneas	L1		L2	
	Desfase		Desfase	
Fecha	Nro. eslabones	Grados	Nro. eslabones	Grados
06/07/09	3	8,11°	0	0°



8,11° representa el ángulo de deformación de las espiras por el desfase de las cadenas. Esto origina Mal Enrollado de las siguientes formas:

1. Todas las espiras presentan una forma irregular (elíptica).
2. Las espiras ovaladas se voltean a la entrada del formador de rollos.
3. Rollos adquieren una altura superior a la del pozo de recogida, es decir, queda material fuera del formador de rollos.
4. Combinación de espiras ovaladas y espiras dentro de las normas, o sea, se presenta una desalineación de diámetro entre las espiras.

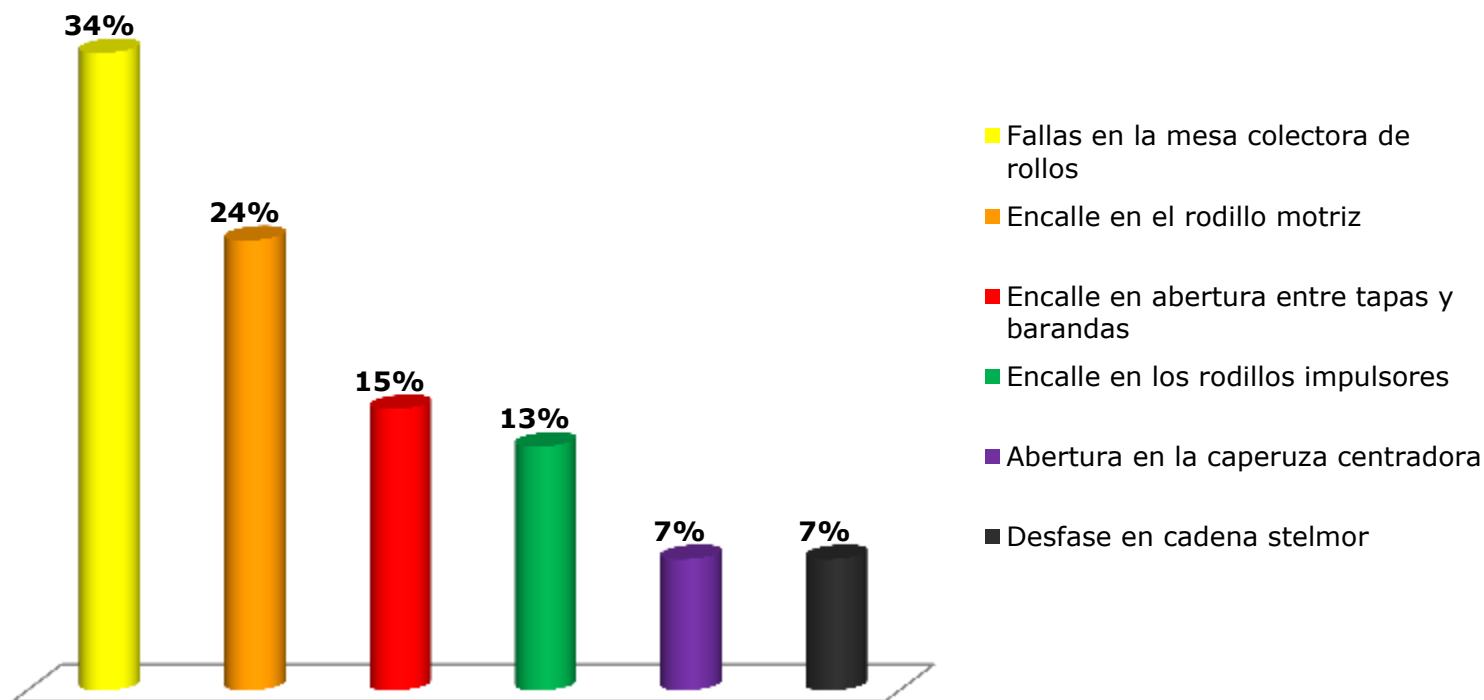
Se realizó el Cambio de las Cadenas el 08/07/09

Ponderación de Causas

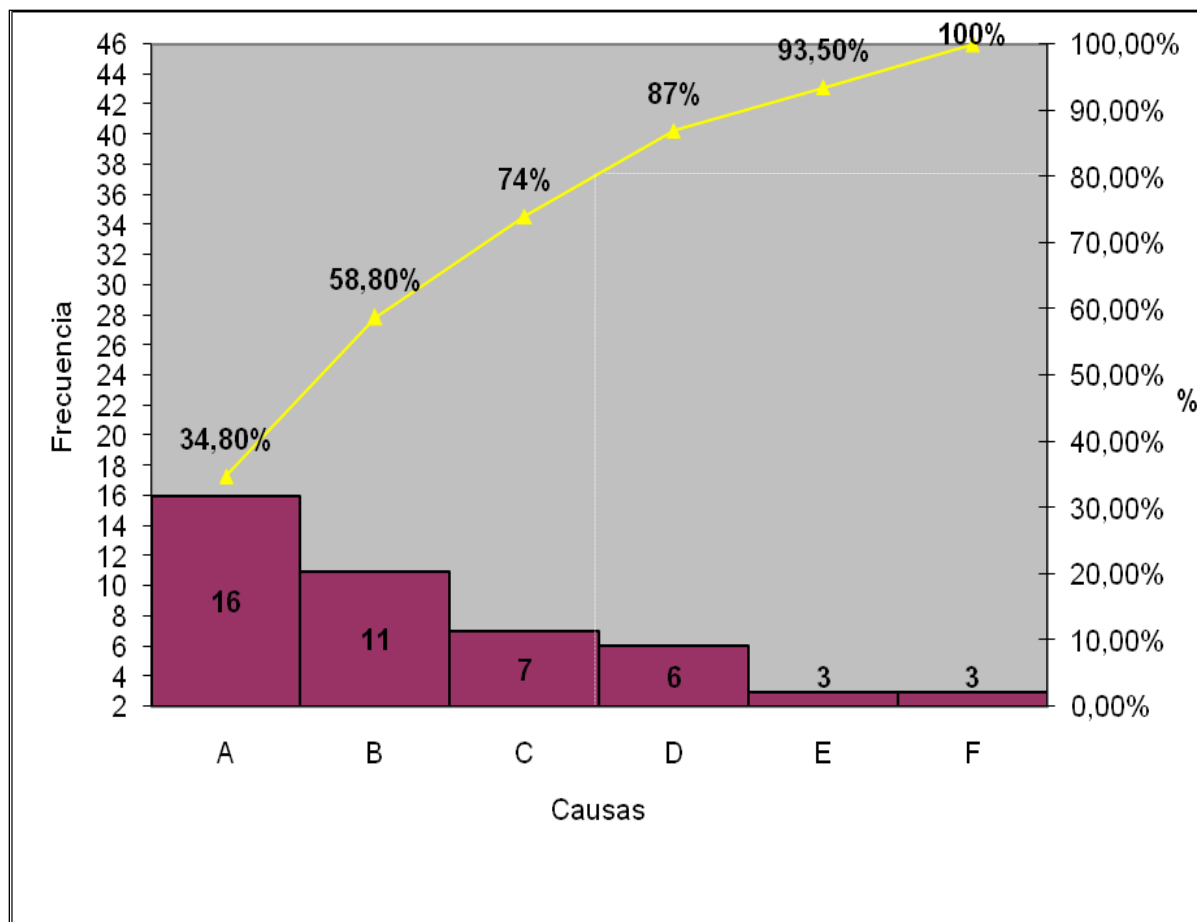
Periodo de estudio	Defecto			
(01/06/09-30/08/09)	Mal Enrollado			
Causas	Línea 1 (# de rollos)	Línea 2 (# de rollos)	Total	Total (%)
Fallas en la mesa colectora de rollos	15	1	16	34
Encalle en el rodillo motriz	5	6	11	24
Encalle en los rodillos impulsores	2	4	6	13
Abertura en la caperuza bailadora	3	0	3	7
Abertura entre tapas y barandas	2	5	7	15
Desfase en cadena stelmor	3	0	3	7
TOTAL	30	16	46	100
TOTAL (%)	65	35		

Estratificación de Causas

Estratificación de las causas del Mal Enrollado



Pareto de las Causas del Mal Enrollado



El 80% de los defectos son originados por:

A: Fallas en mesa colectora (solucionada)

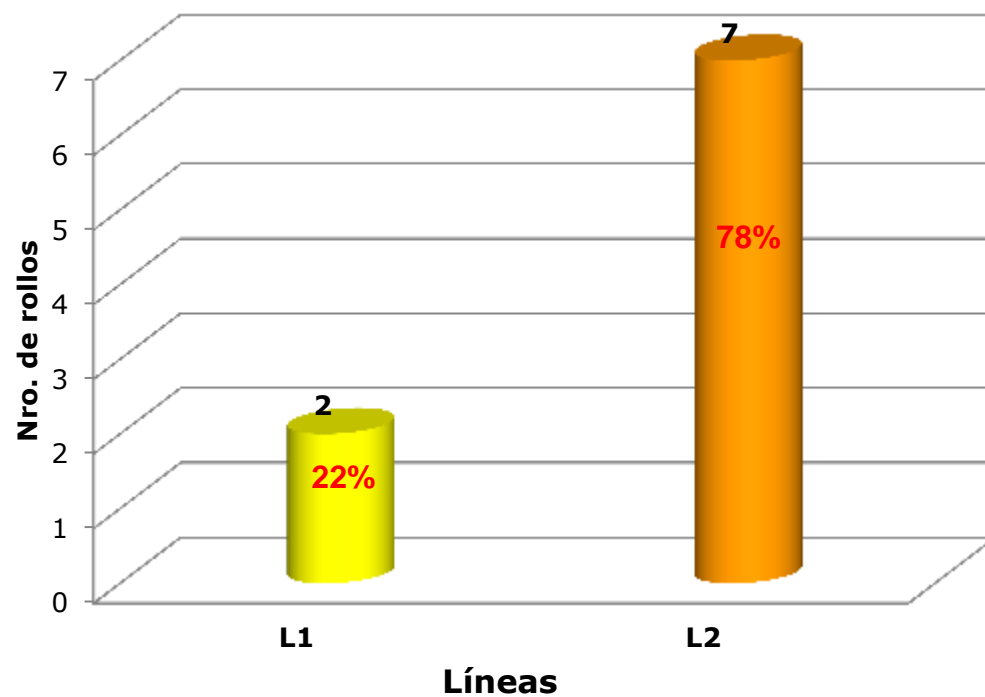
B: Encalle en luces del rodillo motriz y vía alimentadora

C: Encalle en aberturas entre tapas y barandas

Desnivel en tapas de enfriamiento



Rollos con Erizo Vs. Líneas



Recomendación	Fecha de Recomendación	Fecha de Ejecución	Responsable
Cambiar tercera tapa izquierda de Línea 2	02/07/2009	04/07/2009	Mantenimiento

Posterior a la realización de la tarea recomendada el defecto desaparece.

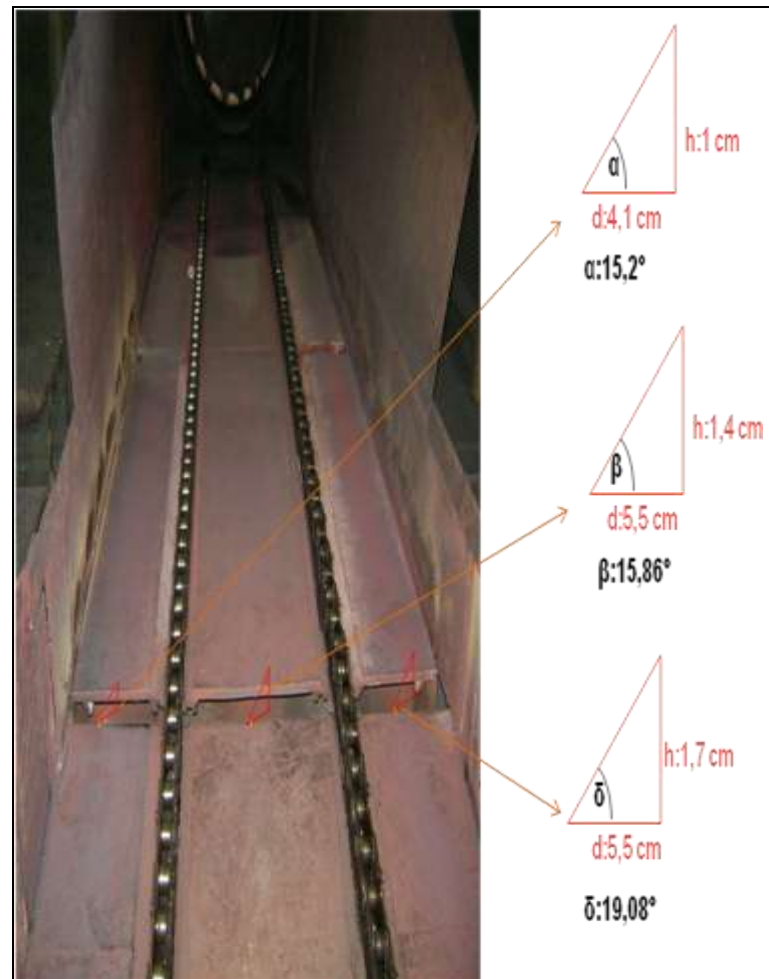
Desnivel en tapas de enfriamiento y vía colectora

Revisión de Tapas de Vía Colectora de Línea 2

Línea 2	Tapas izquierdas	Tapas centrales	Tapas derechas
Distancia (T. colector- T. enfriamiento)	4,1cm	5,5 cm	5,5 cm
Altura relativa (T. colector- T. enfriamiento)	1 cm	1,4 cm	1,7 cm
Angulo de caída de las espiras encontrado	15,2°	15,86°	19,08°
Angulo ideal de caída de las espiras	0	0	0
Desfase	15,2°	15,86°	19,08°

Recomendación	Fecha de recomendación	Fecha de ejecución	Responsable
Cambiar segunda tapa derecha de Línea 2	26/08/2009	27/08/2009	Mantenimiento

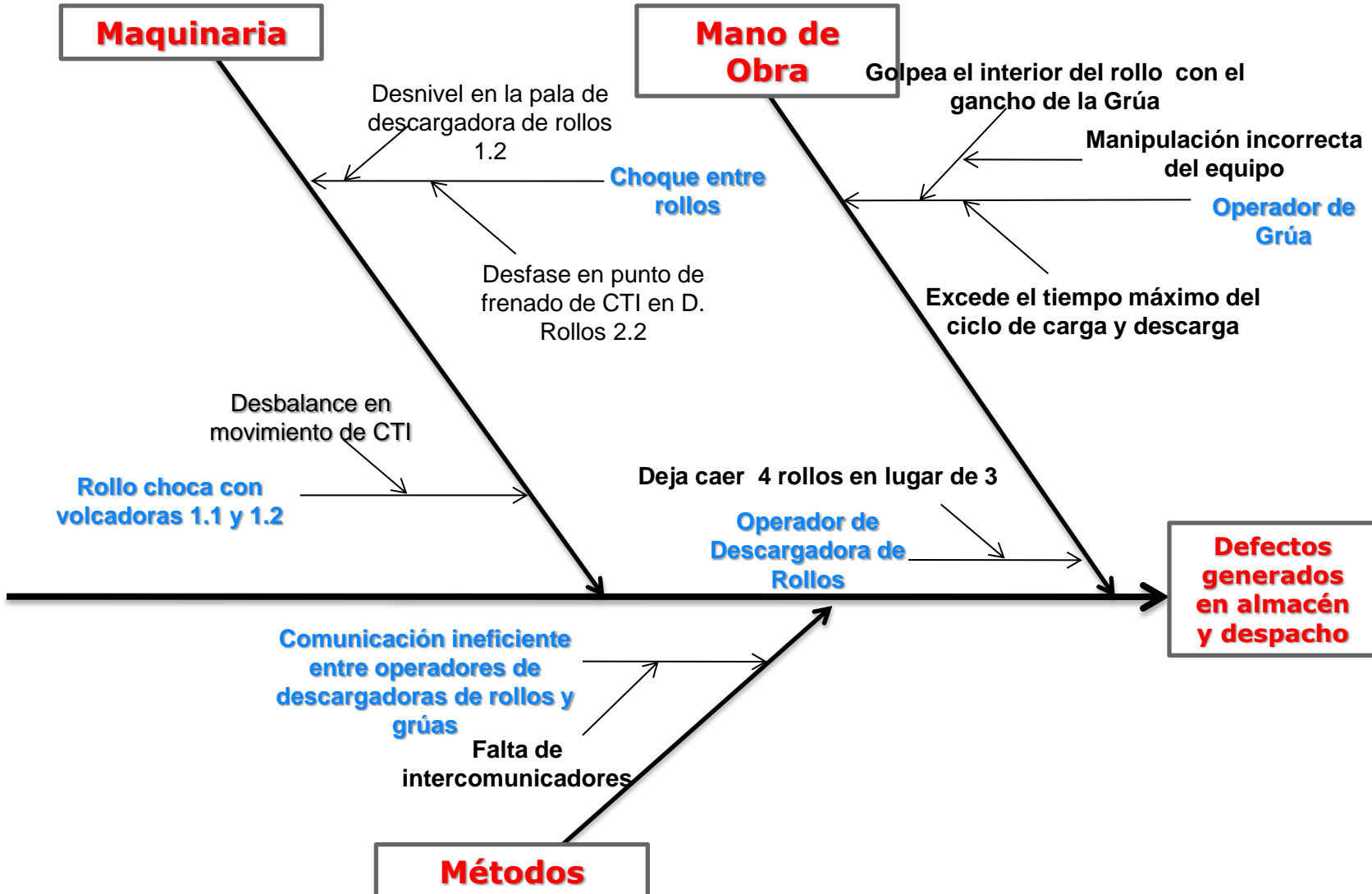
Posterior a la realización de la tarea recomendada el defecto desaparece.



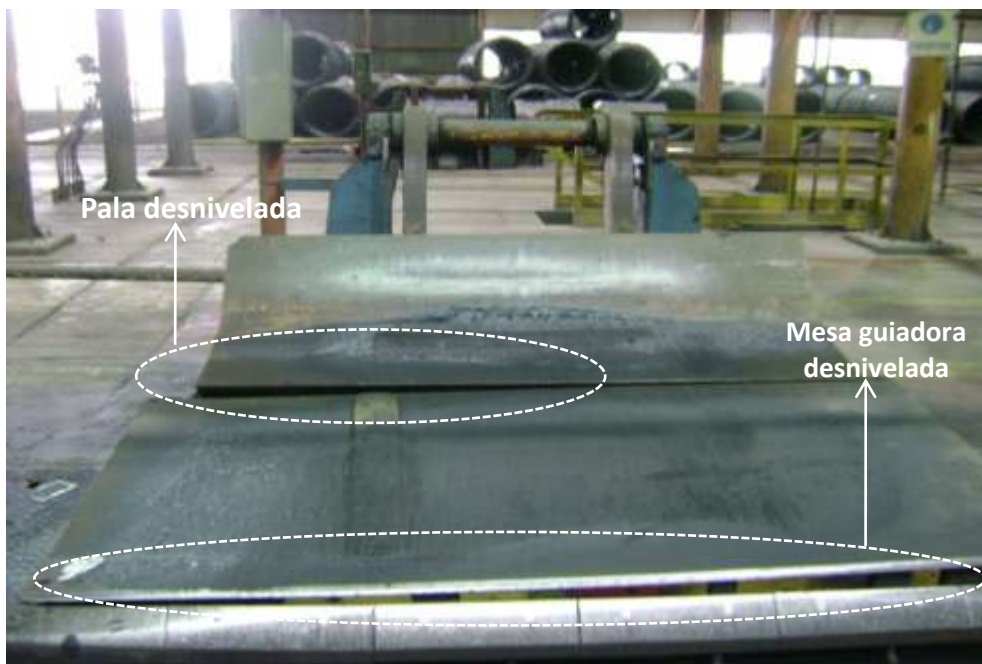


UNEXPO

RESULTADOS



1. Desnivel en la estructura de la descargadora de rollos 1.2



Choque entre rollos



Descargadora de Rollos 1.2			
Medidas Reales	Borde Izquierdo	Borde Derecho	Medida Teórica
Distancia Pala-Mesa guiadora	4,30 cm.	0,00 cm.	1,00cm.
Distancia Carro colector-Mesa guiadora	1,00 cm.	5,00 cm.	1,00 cm.
Altura Carro colector- Mesa guiadora	1,00 cm.	6,30 cm.	2,00 cm.

1. AMARRE FLOJO
2. ESPIRAS DOBLADAS

2. Desbalance en el Movimiento de los Ganchos CTI

ROLLO IMPACTA CONTRA VOLCADORA 1.1 Y 1.2

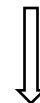


Al rollo golpear la volcadora puede sufrir **Melladura mecánica**.

GANCHOS QUE PRESENTAN DESBALANCE

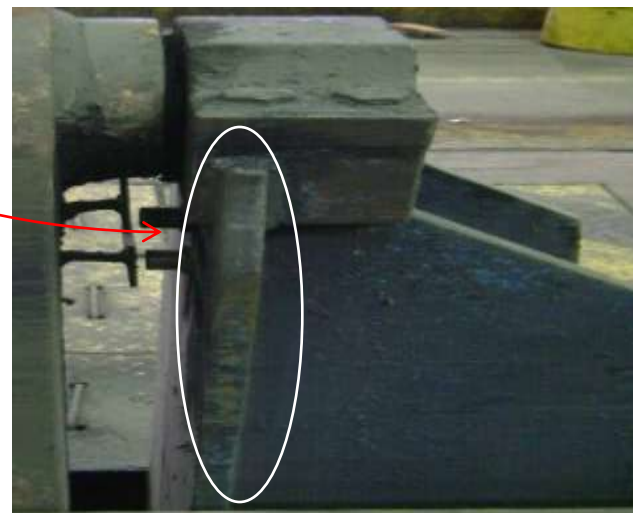
Tren de Alambrón						
Revisión de Ganchos CTI						
Ganchos	Presenta Desbalance		Golpea Volcadora 1.1		Golpea Volcadora 1.2	
Nro.	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
4	x		x		x	
13	x		x		x	
21	x		x		x	
23	x		x		x	
28	x		x		x	
31	x		x		x	
38	x		x		x	

Posibles causas del desbalance

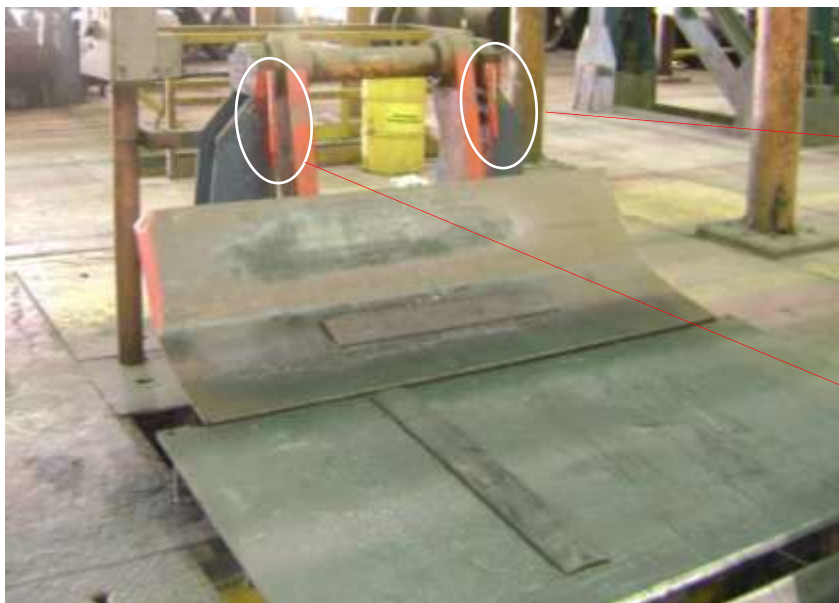


- Desgaste en los rieles de circulación
- Desgaste en las ruedas de los ganchos
- Cambios de vía con curvas muy cortas

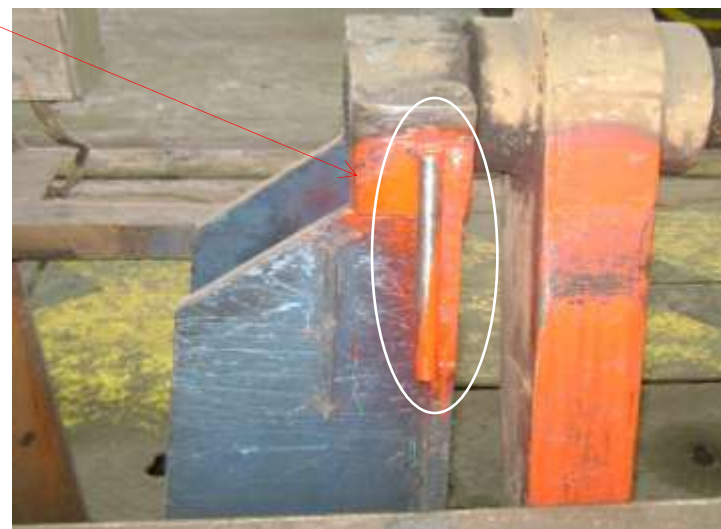
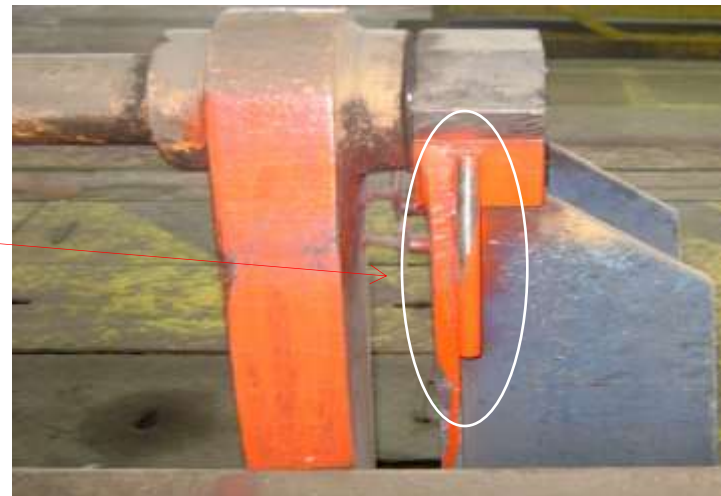
2.1. Zonas donde choca el rollo



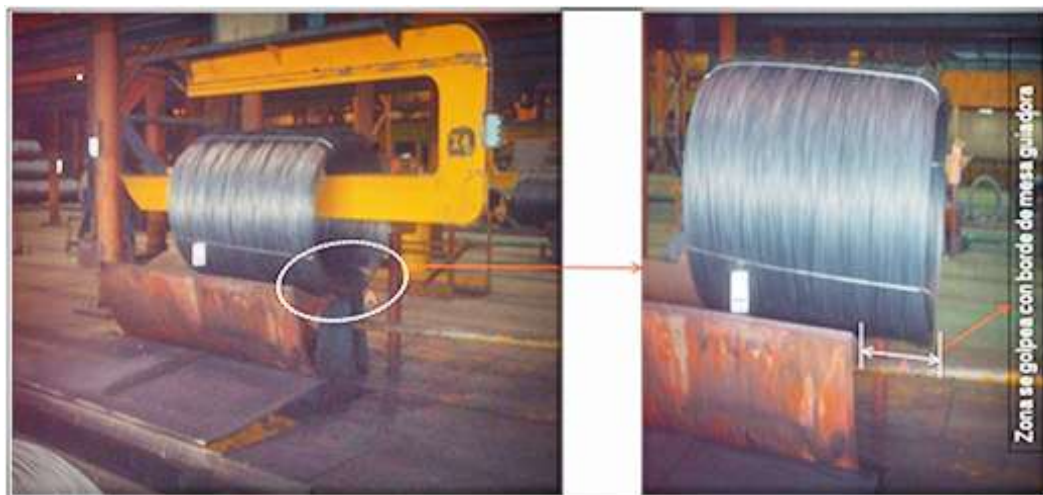
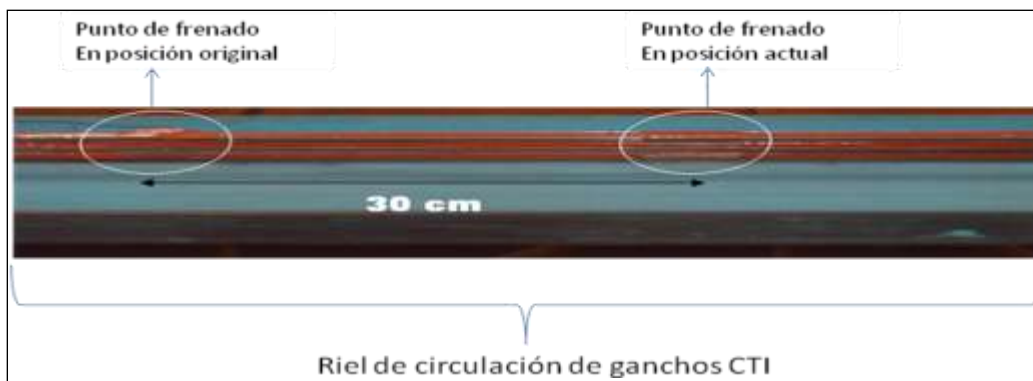
2.2 .Acciones implementadas



Se colocaron tubos cilíndricos en las zonas de impacto para disminuir el efecto de la fuerza de fricción o roce en el material. El rollo ahora golpea la estructura tangencialmente, lo que minimiza el área de choque y evita que el alambrón sufra melladuras mecánicas.



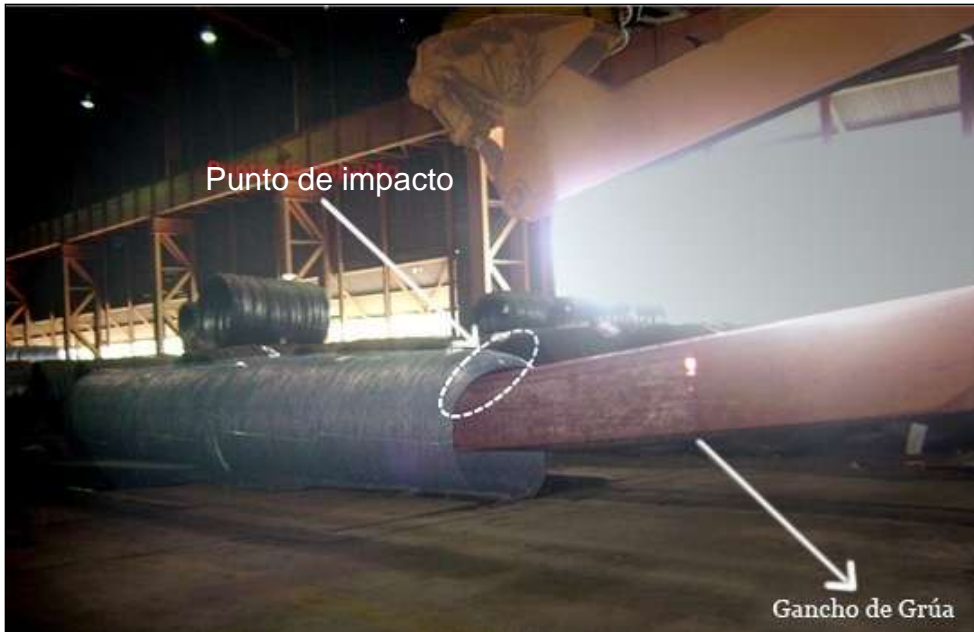
3. Desfase en el punto de frenado de la volcadora 2.2.



El desfase en el punto de frenado de la volcadora 2.2 genera un mal posicionamiento del rollo en la pala del equipo, lo que conlleva a una caída irregular del rollo en el carro colector generándose:

- Falta de amarre al rollo impactar con el borde de la mesa guiadora del equipo.
- Choque entre rollos por el rollo quedar en posición inadecuada en el carro colector.

4. Operador de Grúas Golpea el Interior de los Rollos con el Gancho del Equipo



Los operadores del equipo impactan el interior de los rollos con la punta del gancho al momento de recogerlos.

Incumplen la metodología de recogida y traslado de material:

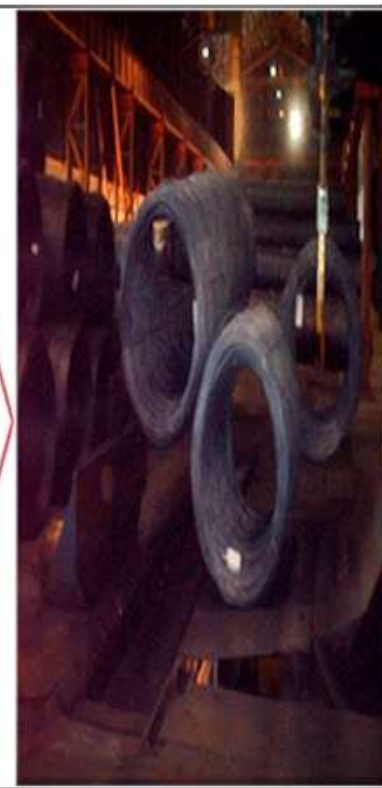
1. Esperar que se vuelquen tres (3) rollos en el carro colector.
2. Introducir el gancho.
3. Levantar el gancho con los rollos sin acelerar la grúa.
4. Trasladar el material hacia la zona respectiva del almacén.

Realizan las operaciones anteriores de forma combinada.

La acción genera:

1. Espiras internas dobladas
2. Múltiples puntas por rompimiento de las espiras
3. Melladura mecánica

5. Operador de Descargadora de Rollos vuelca 4 Rollos



La acción genera:

1. Espiras Golpeadas
2. Amarre Flojo

La acción genera:

1. Espiras Internas Dobladas
2. Amarre Flojo
3. Melladura Mecánica

3. Operador de Descargadora de Rollos vuelca 4 Rollos

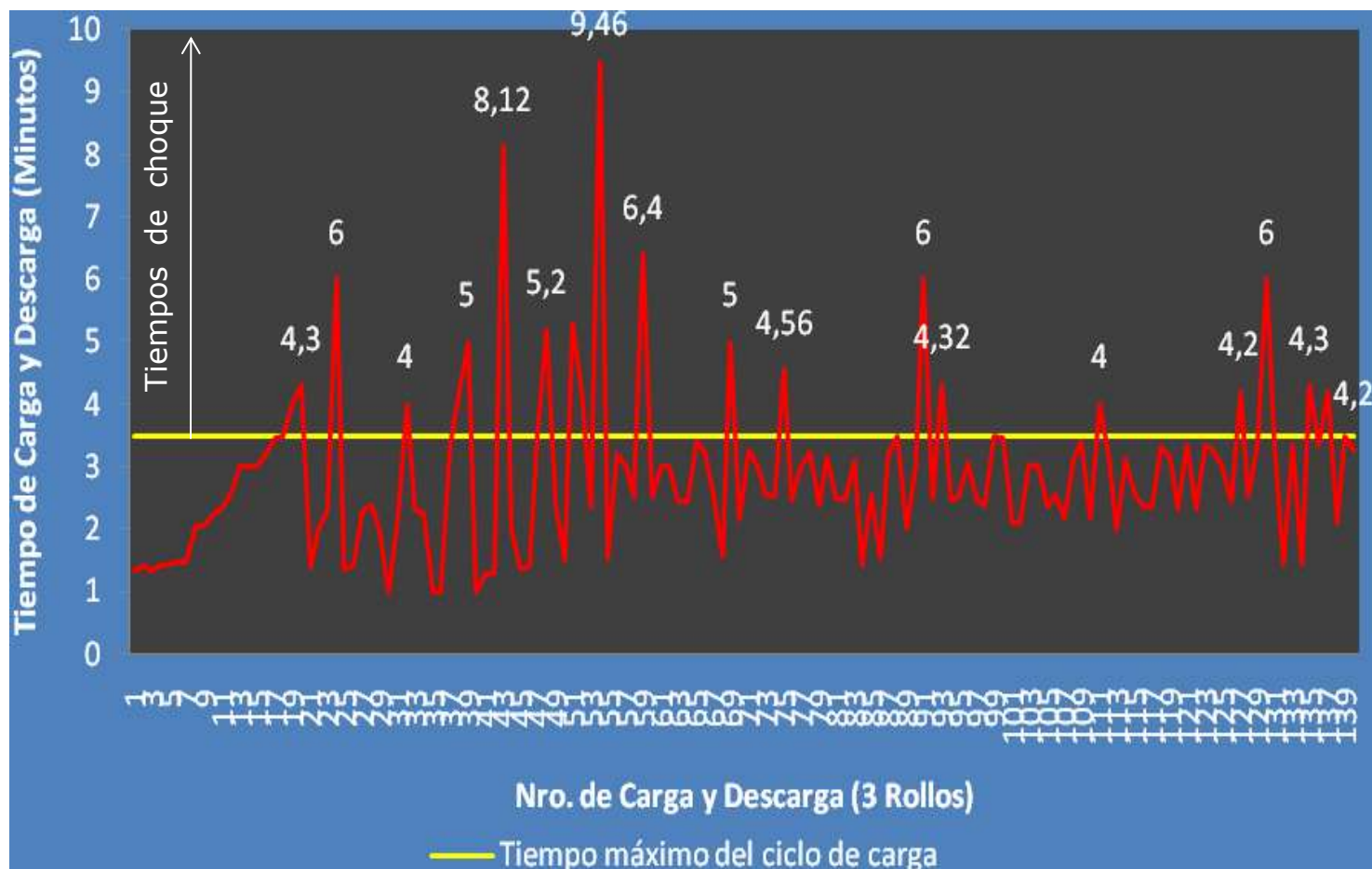
Se vuelcan 4 rollos cuando el Operador de Grúa excede el tiempo máximo del ciclo de carga:

Tren de Alambrón- Agosto del 2009									
Nro.	Tiempos de Carga y Descarga (Minutos)								MEDIA
1	1,34	1,4	1,28	3	2,51	2,09	3,35	3,4	2,29625
2	1,42	2	1,32	3	2,46	2,11	2,33	3	2,205
3	1,34	2,3	8,12	2,45	3,1	3,05	3,34	3,55	3,40625
4	1,43	6	2,01	2,43	1,42	3	3,26	2,45	2,75
5	1,44	1,37	1,37	3,4	2,57	2,36	3	3,26	2,34625
6	1,49	1,43	1,42	3,25	1,53	2,55	2,45	3,36	2,185
7	1,49	2,29	3,5	2,57	3,2	2,18	4,2	3,36	2,84875
8	2,05	2,4	5,2	1,57	3,5	3,12	2,54	3,34	2,965
9	2,07	2	2,38	5	2,01	3,4	3,36	4,2	3,0525
10	2,25	1	1,5	2,15	3	2,18	6	2,54	2,5775
11	2,34	2,18	5,3	3,27	6	4	3,4	3,5	3,74875
12	2,59	4	4,2	3	2,51	3,19	1,45	3,4	3,0425
13	3	2,33	2,36	2,55	4,32	2	3,36	1,46	2,6725
14	3	2,25	9,46	2,54	2,46	3,11	1,46	1,45	3,21625
15	3	1	1,55	4,56	2,53	2,55	4,3	2,1	2,69875
16	3,2	1	3,2	2,48	3,06	2,37	3,35	4,2	2,8575
17	3,47	3,32	3	3	2,47	2,36	4,2	4,3	3,265
18	3,5	4,2	2,53	3,23	2,39	3,32	2,1	6	3,40875
19	4	5	6,4	2,38	3,5	3,15	3,5	3,27	3,9
20	4,3	1	2,54	3,14	3,45	2,34	3,27	3,35	2,92375
Nro. de veces que se excede el tiempo máximo del ciclo de carga	2	3	5	2	1	1	2	1	GRAN MEDIA
Nro. de Choques	2	3	5	2	1	0	2	1	3,141842

La gran media de 3,14 minutos indica que los operadores de grúas de forma general mantienen un desempeño aceptable en cuanto al tiempo necesario para recoger y almacenar el producto. Esto implica que el operador de la descargadora de rollos no permanece atento a sus funciones, puesto que su deber es colocar el servicio en modo manual, hasta que sea retirado el producto (3 rollos) del carro colector.

RESULTADOS

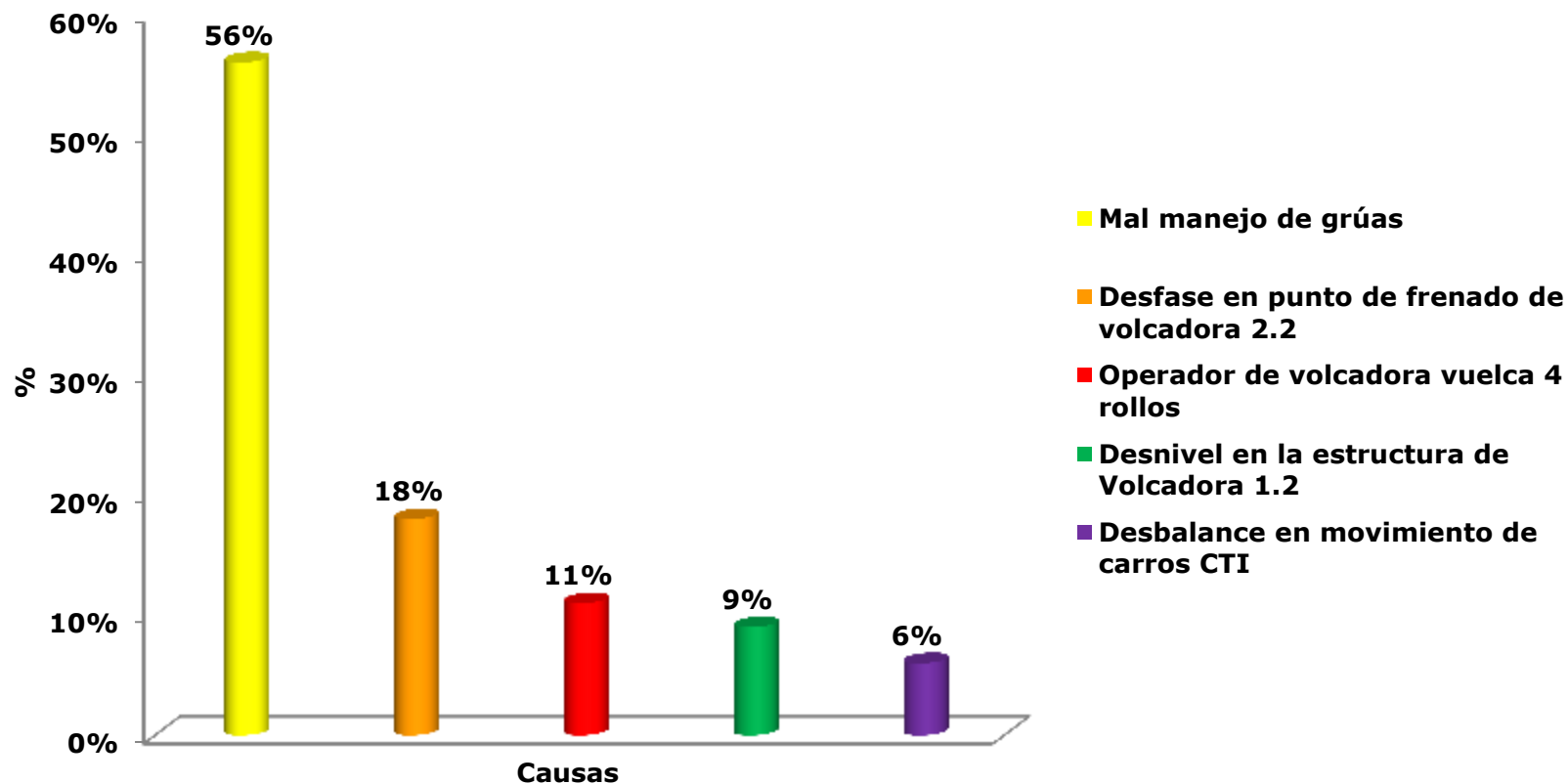
Tiempos invertidos por operadores de grúas en los ciclos de carga de rollos de alambρόn
Para el diámetro: 5,50 mm



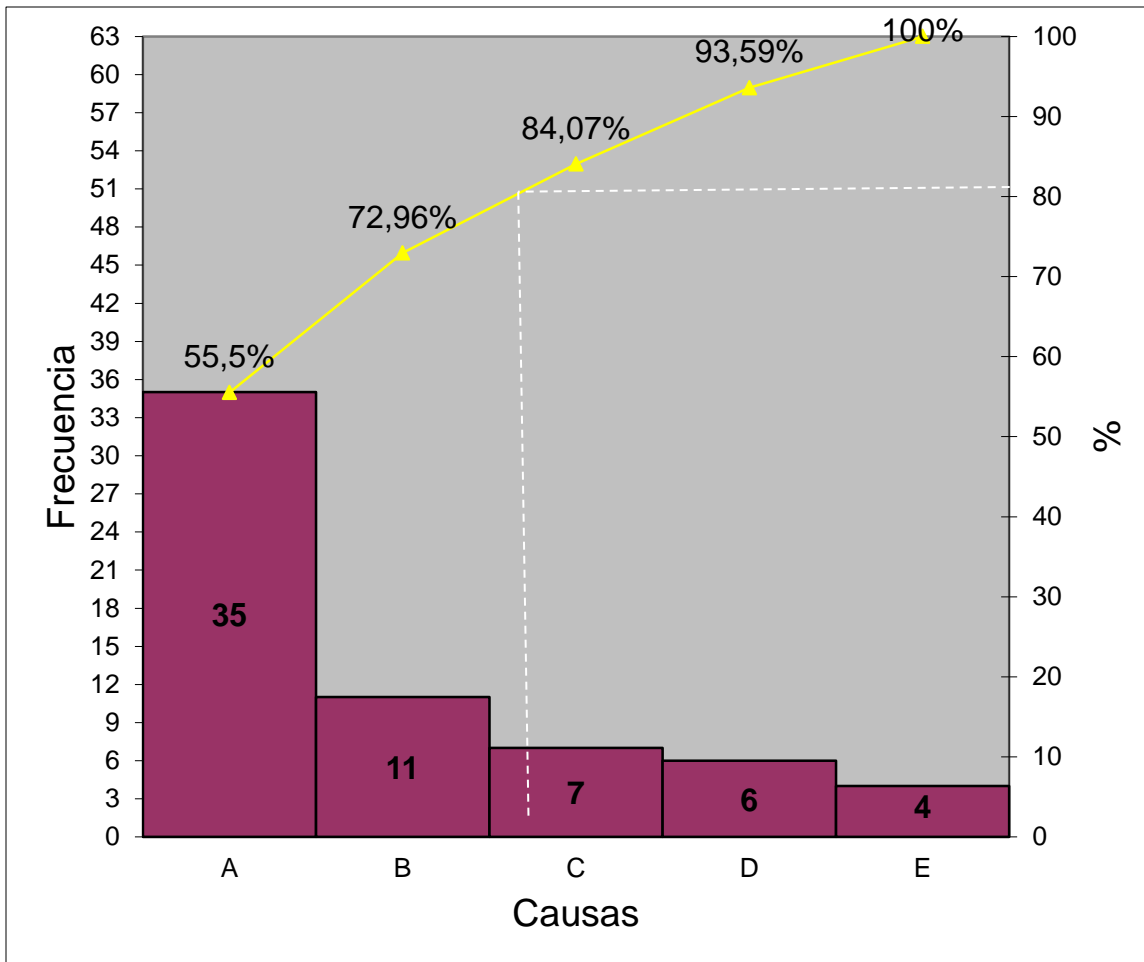
Ponderación de Causas

Periodo de estudio: (01/06/09-30/08/09)	Nro. de rollos defectuosos					
	Espiras Dobladas	Falta de Amarre	Múltiples Puntas	Melladura Mecánica	Total	Total%
Mal manejo de grúas	13	12	7	3	35	56
Desnivel en la estructura de la volcadora 1.2	6	0	0	0	6	9
Operador de volcadora vuelca 4 rollos	7	0	0	0	7	11
Desfase en punto de frenado volcadora 2.2.	6	5	0	0	11	18
Desbalance en el movimiento de los CTI	0	0	0	4	4	6
TOTAL	32	17	7	7	63	100

Estratificación de Causas



Pareto de las Causas



El 80% de los defectos son originados por:

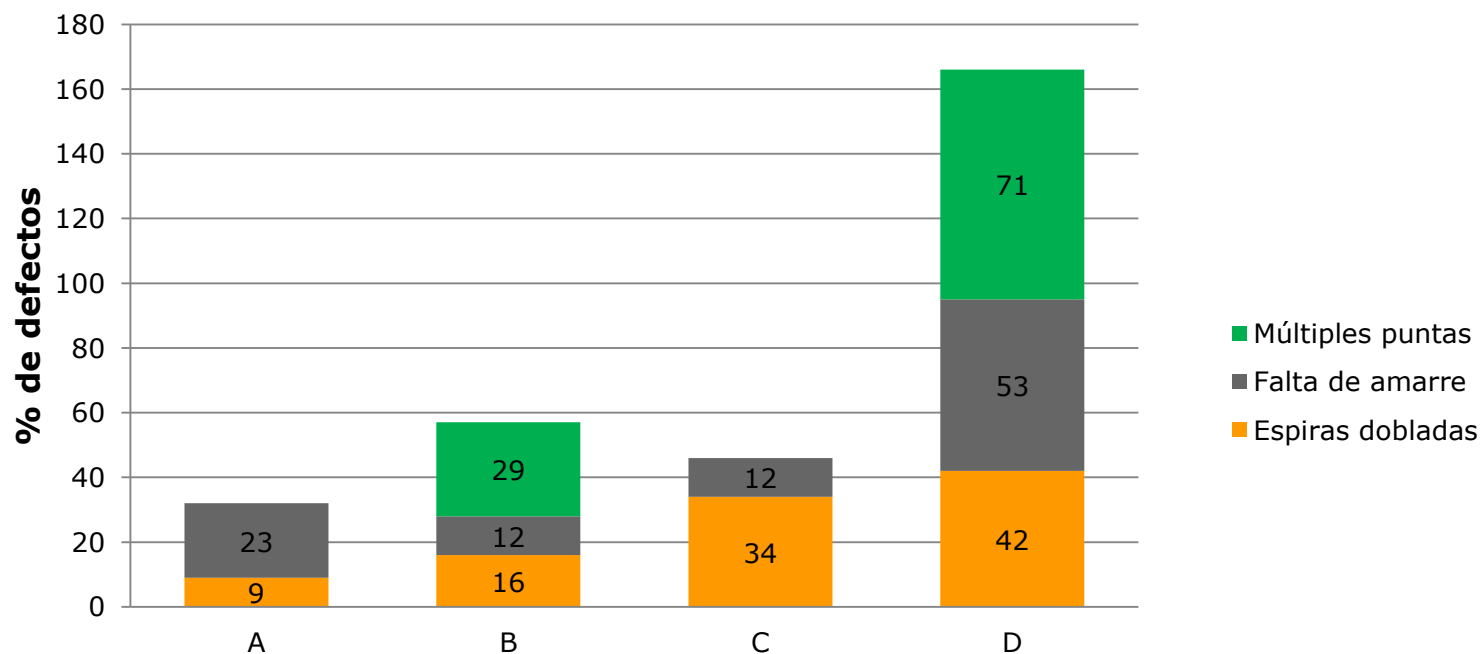
A: Mal manejo de grúas

B: Desfase del punto de frenado de volcadora 2.2

C: Operador de Volcadora Vuelca 4 rollos

67% factor humano

Comportamiento Estadístico de los Defectos Físicos Generados en el Área de Almacén y Despacho por Cuadrilla de Trabajo (01/06/09-30/08/09)



Cuadrillas de trabajo

En el grafico se aprecia que la cuadrilla **D** de operaciones daña la mayor cantidad de rollos de alambón, por operaciones inadecuadas de los trabajadores.

1. Los tres defectos físicos que se presentan con mayor frecuencia en el tren de alambrón son:

- Mal Enrollado con 37%.
- Espiras dobladas con 26%.
- Falta de Amarre con 14%.

2. Los defectos físicos en los rollos de alambrón se presentan en dos (2) áreas de la empresa:

➤ Zona de enfriamiento

- ✓ Mal enrollado.
- ✓ Erizos.

➤ Zona de almacén y despacho

- ✓ Espiras Dobladas.
- ✓ Falta de amarre o amarre flojo.
- ✓ Múltiples puntas.
- ✓ Melladura mecánica.

3. El defecto Mal Enrollado se debe a las siguientes causas:

- Aberturas entre tapas de enfriamiento y barandas de las líneas.
- Aberturas entre el rodillo motriz y tapas de la vía alimentadora.
- Fallas en la mesa colectora de rollos por el sensor de cola perder lectura del material.
- Abertura entre la caperuza centradora y el pozo de recogida, debido a falta de soldadura.
- Desfases en las cadenas stelmor.

4. El defecto Erizo se debe a desniveles o deformaciones en las tapas de la vía colectora y primeras tapas de enfriamiento.

5. El defecto Espiras Dobladas se debe a las siguientes causas:

- Operador de grúa golpea el interior de los rollos con el gancho del equipo y excede el tiempo máximo de carga y descarga de material.
- Operador de descargadora de rollos vuelca 4 rollos y no 3.
- Desbalance en el movimiento de los ganchos CTI.
- Desnivel en la estructura de la volcadora de rollos 1.2.
- Desfase de 30 cm en el punto de frenado de la volcadora 2.2.
- Comunicación ineficiente entre operadores de descargadoras de rollos y grúas.

6. El defecto Falta de Amarre se debe a las siguientes causas:

- Operador de grúa golpea el interior de los rollos con el gancho del equipo.
- Desfase de 30 cm en el punto de frenado de la volcadora 2.2.
- Operador de descargadora de rollos vuelca 4 rollos y no 3.

7. El defecto de Melladura Mecánica se debe a la siguientes causas:

- Desbalance en el movimiento de los ganchos CTI.
- Operador de grúa golpea el interior de los rollos con el gancho del equipo.

8. El defecto Múltiples Puntas se debe a la siguiente causa:

- Operador de grúa golpea el interior de los rollos con el gancho del equipo

Para Disminuir el Defecto Mal Enrollado se Recomienda:

- Estandarizar la abertura entre el rodillo motriz y la vía alimentadora.
- Disminuir los espacios existentes entre los rodillos impulsores y barandas de la línea.
- Soldar las aberturas de la falda bailadora y el pozo de recogida de líneas 1 y 2.
- Normalizar las aberturas entre las tapas de vía colectora, de enfriamiento (a la salida del formador de espiras) y barandas de líneas.
- Realizar revisiones semanales al sensor de cola para controlar el funcionamiento del mismo.

Para Disminuir el Defecto Mal Enrollado se Recomienda:

- Realizar un registro de fallas del sensor de cola a fin de conocer la frecuencia promedio en que se presenta la falla.
- Realizar revisiones mensuales a las cadenas stelmor con el fin de detectar si las mismas presentan desfases.
- Realizar un registro de fallas (desfases) en las cadenas stelmor.
- Pintar dos eslabones paralelos de la cadena stelmor a fin de que cualquier trabajador puede identificar fácilmente el desfase de la misma.
- Realizar un estudio de determinación de capacidad laboral en la zona de enfriamiento, con el fin de lograr una estandarización de mano de obra.
- Garantizar la presencia de dos cortadores de punta y cola en el formador de rollos (un trabajador por línea).

Para Disminuir el Defecto Erizo se Recomienda:

- **Normalizar nivel de las tapas de la vía colectora y de enfriamiento a la salida del formador de espiras.**
- **Realizar revisiones semanales a las tapas de las líneas con el fin de detectar si se presentan desajustes de nivel o deformación en las mismas.**
- **Realizar un registro de fallas de las tapas a fin de conocer la frecuencia promedio en que se presentan las mismas.**
- **Capacitar a los técnicos de pulpito 4 y a los trabajadores del formador de rollos sobre las causas y abordaje del problema.**

Para Disminuir Los Defectos: Espiras Dobladas, Falta de Amarre, Múltiples Puntas se Recomienda:

- **Capacitar a los operadores de grúas en el manejo correcto del equipo.**
- **Dotar de intercomunicadores a los operadores de grúas y operadores de volcadoras, con el fin de optimizar la comunicación entre los mismos.**
- **Revisar las dimensiones actuales de las ruedas de los carros CTI y los rieles por donde circulan los mismos para conocer la causa del desbalance en su movimiento.**
- **Ajustar el punto de frenado de la descargadora de rollos 2.2.**
- **Intervenir la volcadora de rollos 1.2 para nivelar los desajustes que presenta en su estructura.**

Para Disminuir Los Defectos: Espiras Dobladas, Falta de Amarre, Múltiples Puntas se Recomienda:

- Colocar protectores de baquelita en las zonas de las volcadoras 1.1 y 1.2 donde los rollos chocan por el desbalance en el movimiento de los ganchos CTI.
- Revisar la opción de implementar, a través de controladores lógicos programables, señales en las volcadoras de manera que de forma automática no active el volcado de un cuarto rollo cuando aún no se hayan retirado los tres ya dispuestos en el carro colector.

- ✓ **BALESTRINI ACUÑA, Mirian: Cómo se elabora el proyecto de investigación, BL Consultores Asociados. Servicio Editorial. Séptima edición: Junio, 2006.**
- ✓ **WALPOLE, Myers. Probabilidad y Estadística 4° edición. Editorial McGraw-Hill. México. 1992.**
- ✓ **TRIOLLA, Mario. "Estadísticas". Novena Edición. México, Editorial Pearson, 2004.**
- ✓ **Hobson, W. Manual del Ingeniero Industrial. 4^{ta} edición. Editorial McGraw-Hill.**
- ✓ **Niebel Benjamín, FREIVALDS Andris, Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. 11° edición. Editorial Alfaomega. México 2004**
- ✓ **Humberto Gutiérrez Pulido (2001). Calidad Total y Productividad. Edición Revisada. Ediciones Mc Graw Hill. México.**
- ✓ **Krick, Edgard V. "Ingeniería de Métodos", Editorial Limusa, México DF. (1996).**