



TESIS DE GRADO

INGENIERIA INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN
DE CUPLAS (OP_FACU)

Autor: Rodrigo Olgiati

Tutor: Lic. Mara Riestra

JUNIO 2009

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento pretende estudiar las acciones intervinientes en la gestión del proceso de fabricación de cuplas en Siderca. La finalidad es establecer un conjunto de mejoras cuantitativas que lleven a una optimización del proceso mediante una mínima inversión y sin modificar los recursos actuales.

Dadas las condiciones en que se desarrolla el proceso en la Fábrica de Cuplas (FACU), se encontró que varias actividades críticas, relacionadas en forma directa con los indicadores de producción, carecen de control o no poseen un procedimiento que las identifique. La falta de orden en la gestión del proceso se debe a un acostumbramiento sobre la forma en que se realizan las tareas hoy en día. Este acostumbramiento forma parte de una fuerza resistente al cambio y muy presente entre los operadores.

El proyecto se divide en tres partes claramente diferenciadas por el contenido de las mismas.

La primer parte comienza con un desarrollo de un conjunto de consideraciones iniciales globales. Dentro de estas se detalla la composición de Tenaris, cuáles son las unidades de negocio, a que tipo de mercado dirige su actividad y como se compone el mismo. Con un mayor grado de detalle, se describe el mercado de los productos OCTG donde actúan las cuplas.

La segunda parte está destinada a comunicar cual es la situación actual del proceso. Comienza con una descripción de los diferentes tipos de cuplas y sus características principales. La finalidad de este punto es dar a conocer el producto, a tal nivel que una persona no idónea pueda desarrollar una idea clara y le facilite la comprensión de la tercer parte del proyecto.

Al terminar con la descripción del producto, se describe los sucesivos pasos que conforman el proceso de fabricación de una cupla. Es de importancia en este punto entender cual es la razón de cada uno de los subprocesos así como cuales son los recursos que se utilizan.

En la última parte del proyecto se desarrollan los diferentes pasos que componen un estudio de método. Habiendo realizado un diagnóstico general de la situación del proceso y su gestión, se lleva a cabo un registro sobre cada uno de los subprocesos intervinientes para determinar cual será la extensión del estudio.

Los subprocesos críticos resultan ser los de corte y roscado. Se consideran críticos dado los riesgos de calidad sobre el producto final y los riesgos que presentan sobre la eficiencia del proceso en general. Para esta decisión me focalicé en obtener datos sobre los tiempos de ciclo, tiempos de cambio de medida de las diferentes líneas, % de utilización de las máquinas, generación de stocks intermediarios y la posible generación de cuellos de botella.

Habiendo determinado los focos de atención, se procede con el estudio desarrollando una examinación de la gestión de estos dos subprocesos. Este paso determina la base sobre las que se desarrollan las propuestas de mejora.

A partir de este punto se detallan las cuatro diferentes situaciones problemáticas encontradas (falta de comunicación al inicio del turno, generación de excedentes en los centros de corte y un ineficiente manejo y control del almacén de WIP) y las oportunidades de mejora correspondientes. Dichas mejoras están dirigidas a la gestión del proceso y no involucran una modificación en los recursos utilizados.

Los pasos siguientes del estudio de método detallan desde la forma de implementación de los cambios sugeridos hasta los resultados obtenidos a partir de los mismos y su correspondiente control.

Finalizado el estudio de método se habrán realizado mejoras sobre la gestión del proceso llevando a una reducción de los materiales empleados, optimización de los tiempos asociados y una optimización de los recursos físicos disponibles.

Palabras clave: capacho, corte, cupla, FACU, gestión de proceso, manguito, OCTG, roscado, SECU, tubo.

EXECUTIVE BRIEF

The present document pretends to study the different actions that take place in the management of the manufacturing coupling process in Siderca.

Due to the actual resources available in the Coupling Shop (FACU), it has been found that much of its critical activities that are directly related to the key production indicators are not well controlled or lack an appropriate procedure. The lack of order in the process management is due to the fact that the workers have gotten used to the way that the activities are done today. This accustom to the way things are done acts as a main rejection force towards any kind of change.

The project is divided into three parts due mainly to the content of each one.

The first part begins with the development of some initial global considerations. Inside this consideration there is a detailed composition of Tenaris, which are the business units, which is the market that is Tenaris focalized on and how is it composed. With a higher level of details, it is described the market for OCTG products which is where the couplings take place.

The second part is destined to a analysis of the current situation regarding the production process in FACU. It begins with a description of the different types of couplings y its main characteristics. The objective of this is to get to know the product at a level that even a person that is not aware of what a coupling is, may get a clear idea and facilitate the comprehension of the project all in all.

Once the product description is finished, I describe the successive steps that take place in the production. It is of most importance to understand which is the reason for each of this steps and to identify the resources that are used as well.

In the last part of the project I develop the different steps of a Method Study. Once a general diagnosis of the current process' situation is done completed, I take a more critical approach towards each part of the process in order to identify which will be the extension of the study.

The critical parts of the project resulted to be the cutting and the threading due to the risks involving the quality of the final product and the process' efficiency.

Once the main focus of attention has been determined, I proceed with the Method Study developing a examination of the management of the cutting and threading processes. The findings in this step will act as a foundation for al the improvements proposals.

As a result of the examination, the different problematic issues founded are numbered along with the correspondent improvement proposal. This improvements are directed towards the management of the process and do not involve a change of the resources used or a large investment.

The following steps of the study go from the form of implementation of this changes suggested up to the results given from some of them and its correspondent control.

Once the project has come to an end, a set of improvements will have been made regarding the process management leading to a reduction of the materials used, optimization of the times associated and last but not least an optimization of the resources implemented.

Key words: storage bin, cutting, coupling, coupling shop, process management, coupling blank, OCTG, threading, mother pipe, tube.

INDICE

1. UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL PROYECTO.....	1
1.1. Espacio	1
1.2. Tiempo.....	1
1.3. Macro limitaciones.....	1
2. COMPOSICIÓN DE TENARIS Y SU MERCADO.....	2
2.1 LA ORGANIZACIÓN TECHINT (OT).....	2
2.2 TENARIS Y SU PRESENCIA GLOBAL	3
2.3 UNIDADES DE NEGOCIO	4
2.3.1 Servicios a pozos.....	4
2.3.2 Servicios para el transporte de petróleo y gas.....	4
2.3.3 Servicios para plantas de energía y mecánica.....	5
2.3.4 Servicios para Industrias y Automotrices.....	5
2.4 COMPOSICIÓN DEL MERCADO DE TENARIS	5
2.5 MERCADO OCTG.....	6
2.5.1 El mercado por destino del tubo.....	7
2.5.2 Productos tubulares para petróleo -OCTG - (Oil Country Tubular Goods)....	7
2.5.3 Mercado de los tubos sin costura	10
2.5.4 Crecimiento de las excavaciones	10
2.5.5 Competencia	11
3. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	14
3.1 CUPLA	14
3.2 FAMILIAS DE PRODUCTOS	14
3.2.1 Cuplas API.....	15
3.2.2 Cupla Premium	18
4. PROCESO	26
4.1 CENTROS/MÁQUINAS	26
4.2 INGRESO DE SEMIELABORADO DE CUPLA (SECU).....	28
4.3 CORTE.....	30
4.3.1 MÁQUINAS	30
4.3.2 CARGA DE MÁQUINA.....	32
4.3.3 CARGA MANGUITOS EN CAPACHO	32
4.4 ROSCADO	33
4.4.1 PMC7.....	33
4.4.2 PMC5.....	35
4.4.3 PMCD.....	36
4.4.4 PM10	36
4.4.5 PM13	36
4.5 TORNOS	37
4.6 PELADO	39
4.7 CONTROL NO DESTRUCTIVO	40
4.8 TERMINACIÓN.....	42
4.9 PINTADO.....	44
4.10 FLUSHING.....	46
5. MAPEO DEL PROCESO	48

6. ESTUDIO DE MÉTODO	52
6.1 REGISTRO GENERAL	53
6.1.1 REGISTRO CORTE	64
6.1.2 REGISTRO ROSCADO.....	77
6.1.3 CONCLUSIONES REGISTRO.....	89
6.2 SÍNTESIS EXAMINACIÓN	90
7 CÁLCULO DE SALDOS	93
7.1 PLANTEO DEL PROBLEMA.....	93
7.2 OPORTUNIDAD DE MEJORA	94
7.3 IMPLEMENTACIÓN.....	98
7.3.1 AGENDA	98
7.3.2 RESPUESTA INMEDIATA	98
7.3.3 CONCLUSIONES	99
8. RETIRO SECU DE LA CORTADORA.....	103
8.1 PLANTEO DEL PROBLEMA.....	103
8.2. OPORTUNIDAD DE MEJORA	108
8.2.1. REGLA.....	108
8.2.2. ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA.....	109
8.2.3. ESTUDIO DE DESCARTES	111
9. SEÑALIZACIÓN – DELIMITACIÓN DEL ALMACÉN.....	117
9.1. PLANTEO DEL PROBLEMA.....	117
9.2. OPORTUNIDAD DE MEJORA	119
9.3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN	123
10. DOCUMENTACIÓN PARA EL ALMACENAJE DE CAPACHOS.....	125
10.1. PLANTEO DEL PROBLEMA.....	125
10.2. OPORTUNIDAD DE MEJORA	126
10.3. IMPLEMENTACIÓN	129
CONCLUSIONES	131
ANEXOS.....	133
Anexo 1: “Gamas de productos Casing”	134
Anexo 2: “Extracto seguimiento expedientes”	136
Anexo 3: “Tabla de descartes 1”	137
Anexo 4: “Tabla de descartes 2”	138
Anexo 5: “Extracto programa de producción de Corte”	139
Anexo 6: “Instructivo – Cálculo cantidades a cortar”	140
Anexo 7: “Ayuda Memoria”	147
Anexo 8: “Extracto de Base de Datos Longitud secus”	148
BIBLIOGRAFÍA	149

1. UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL PROYECTO

1.1. Espacio

El proyecto se lleva a cabo en la Fábrica de Cuplas (FACU) dentro de la planta de Siderca ubicada en la ciudad de Campana. Allí se desarrollan los procesos necesarios para la fabricación de tubos sin costura para el mercado energético, automotriz y aplicaciones agroindustriales.

1.2. Tiempo

Fui contratado como Global Trainee (GT) dentro del programa GT que posee Tenaris. El mismo dura dos años y consta de diversas etapas a desarrollar. Una de ellas se denomina “Proyectos” y constituye la realización de un proyecto dentro de un área específica: FACU.

El proyecto en cuestión se llevó a cabo durante los meses de agosto de 2008 a marzo de 2009, teniendo en consideración datos provenientes de la producción y funcionamiento de la planta desde junio de 2008.

1.3. Macro limitaciones

El análisis se limitó al estudio de la producción de FACU teniendo en consideración la actividad de sus proveedores internos; los laminadores continuos¹ 1 y 2 (LACO 1 y 2) y de sus clientes internos: los sectores de apriete² del LACO 1 y 2 y PREMIUM.

¹ Laminador continuo: sector fuera de FACU donde se desarrolla el laminado del tubo sin costura que servirá como semielaborado para el proceso de fabricación de las cuplas.

² Apriete: sector donde se lleva a cabo la incorporación de la cupla al tubo previo a su embarque.

2. COMPOSICIÓN DE TENARIS Y SU MERCADO

2.1 LA ORGANIZACIÓN TECHINT (OT)

La OT comprende más de 100 compañías operando alrededor del mundo con una fuerza de trabajo de profesionales y operadores que llega a un total de 44.900 empleados permanentes. Los resultados consolidados anuales de Techint son de U\$S 16 billones.

Las actividades del grupo se focalizan en los siguientes negocios:

Tenaris: es el productor líder en productos tubulares y servicios utilizados en las perforaciones, terminación y producción de gas y petróleo. A su vez, es el proveedor líder en productos tubulares y servicios usados en plantas de energía y procesos, en industrias especializadas y aplicaciones automotrices.

Ternium: es el productor líder de aceros planos y largos en el mercado Latinoamericano, con una capacidad de producción de más de 12 millones de toneladas por año. Es también el principal exportador de este tipo de productos a los mercados mundiales.

Techint Ingeniería y Construcción: focalizado en el diseño y en la implementación de grandes proyectos de infraestructura, como son la construcción de tuberías para el transporte de petróleo y gas, plantas de tratamiento de agua y residuos, tuberías para el transporte de agua y minerales, redes de telecomunicaciones, líneas de transmisión de energía, vías de tren, calles y autopistas, terminales marítimas, puentes, represas y aeropuertos.

Tenova: constituye un importante proveedor internacional de soluciones tecnológicas avanzadas para las industrias de metales y materias primas, focalizándose en la necesidad de calidad, eficiencia y resguardo por el medio ambiente de sus clientes alrededor del mundo. Su portafolio de productos contiene una gran cantidad de tecnologías y compañías con un amplio número de localizaciones alrededor del mundo. La línea de productos de Tenova incluye plantas de reducción directa, acerías, hornos de recalentamiento, hornos para el tratamiento del acero, sistemas de manejo de materiales, entre otros. Tenova también opera en las industrias del plástico, goma, vidrio y piedra con dos unidades de negocio específicas.

Tecpetrol: participa en forma activa en el desarrollo, operación y exploración de gas y petróleo en Argentina, Bolivia, Ecuador, México, Perú y Venezuela. Mediante Tecpetrol, el Grupo está involucrado en las operaciones de compañías que desarrollan el

2.2 TENARIS Y SU PRESENCIA GLOBAL

Cuenta alrededor del mundo con:

- 18 centros de producción de tubos
- 4 centros de investigación y desarrollo
- 37 centros de terminación y servicios
- 46 oficinas comerciales

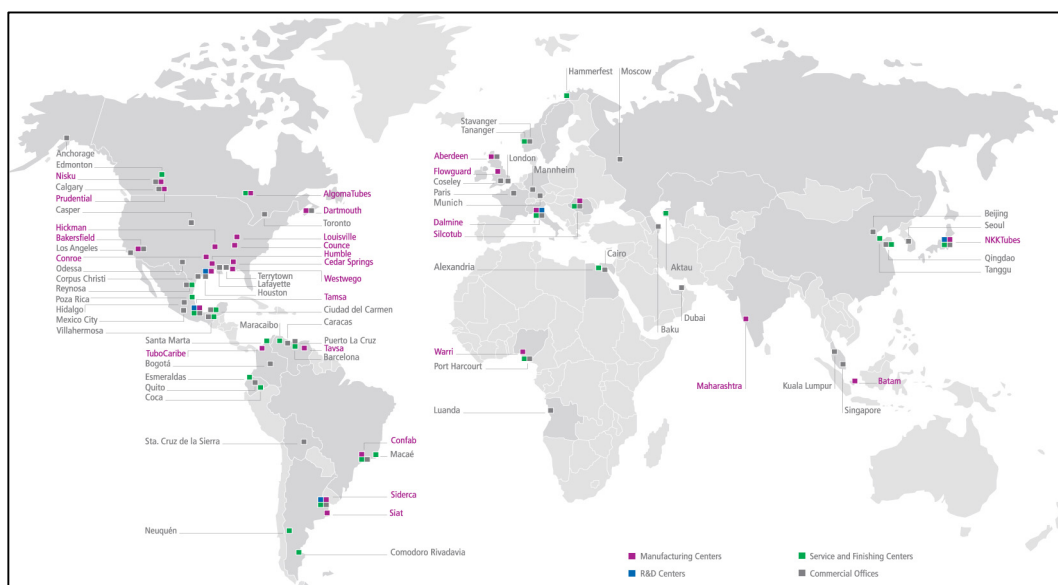


Figura 2.2-1. “Ubicación de Tenaris en el mundo” – Presentación impresa sobre descripción global de Tenaris – año 2007

Cada localización fue elegida con el propósito de ofrecer a sus clientes el mejor servicio en cuanto a costos, calidad y lead time.

A su vez, las plantas industriales ubicadas en Argentina, Brasil, Canadá, China, Italia, Japón, México, Rumania, Colombia, Venezuela y los Estados Unidos están dispuestas en forma estratégica para poder responder a los mercados actuales y potenciales.

Las estadísticas relacionadas con la producción de tubos de acero de Tenaris a nivel mundial se aproxima a las 6,0 millones de toneladas, con ventas netas anuales cercanas a los US\$ 8.2 billones (*Abril 18, 2007*), una capitalización del mercado de US\$ 28.1 billones (*Abril 18, 2007*) y un total de 23.500 empleados a nivel mundial.

2.3 UNIDADES DE NEGOCIO

Tenaris atiende a cuatro segmentos de mercado por lo que ha generado las siguientes 4 unidades de negocio globales, cada una de las cuales trabaja en estrecha colaboración con sus clientes para establecer nuevos estándares.

2.3.1 Servicios a pozos

Productos: tubos de acero con y sin costura de alta calidad, varillas de bombeo, conexiones Premium y un conjunto extenso de accesorios para ser usados en los pozos más demandantes de petróleo y gas así como en las tareas de terminación.

Estrategia: reducir los costos y los riesgos para sus clientes mediante la integración de la Cadena de Abastecimiento y el desarrollo de productos tubulares líderes en el mercado.

Agentes: plantas productoras, talleres certificados, oficinas de servicio al cliente y centros de investigación y desarrollo.

Clientes: compañías especializadas en la extracción de petróleo y gas.

2.3.2 Servicios para el transporte de petróleo y gas

Productos: amplio rango de tubos de acero para el transporte de petróleo y gas con recubrimientos y accesorios para ser utilizados en offshore, onshore y en la conducción de fluidos en grandes profundidades acuáticas.

Estrategia: ser un jugador clave en los mercados de offshore (especialmente lo que se conoce como aguas profundas y ultra profundas) del Golfo de México, Oeste de África, Asia, Reino Unido y Escandinavia.

Clientes: compañías dedicadas al transporte de fluidos y gases.

2.3.3 Servicios para plantas de energía y mecánica

Productos: tubos para construcción y/o mantenimiento.

Estrategia: servicio personalizado y envío en tiempo para permitir a los clientes en las industrias de las plantas de proceso y energía de cumplir con las demandas y necesidades de los contratos de las grandes refinerías, petroquímicas y plantas de energía.

Clientes: refinerías, compañías petroquímicas y plantas generadoras de energía.

2.3.4 Servicios para Industrias y Automotrices

Productos: tubos para compañías no relacionadas a la generación de energía, para ser utilizados en maquinarias, aplicaciones automotrices, equipamiento y demás aplicaciones relacionadas (Caterpillar, GE Locomotiva Systems, etc.).

Clientes: automotrices, diversas industrias, empresas constructoras.

2.4 COMPOSICIÓN DEL MERCADO DE TENARIS

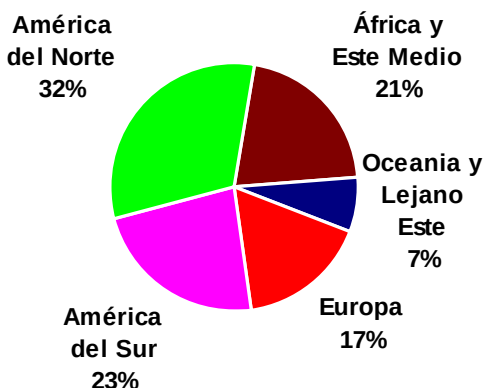


Figura 2.4-1. "Ventas netas por región geográfica" – Reporte Anual Tenaris – Año 2007

Tenaris tiene su mayor participación en el mercado de Norteamérica debido a la compra de las plantas productoras de Hydril y Maverick. Las mismas se especializan en la

fabricación de productos de alto margen y son competidoras líderes dentro del mercado de los productos tubulares en Estados Unidos y Canadá.

Por su alta presencia en Argentina (Siderca y Siat), Brasil (Confab), Colombia (Tubocaribe), Venezuela (Tavsa) y Mexico (Tamsa); Tenaris es el productor y proveedor líder de productos tubulares en América del Sur, ubicándose este mercado en segundo lugar en ventas.

En tercer lugar se ubican las ventas en el Este Medio y África debido a una clara oferta por parte de Tenaris de un servicio al cliente personalizado en el campo.

Europa ocupa el cuarto lugar con una fuerte presencia por parte de las plantas productoras de Dalmine (Italia) y Silcotub-Donasid (Rumania). Le sigue el Lejano Este y Oceanía, donde se están desarrollando acciones para instalar los productos de alta calidad pero la competencia directa con China hace que se haya perdido mercado.

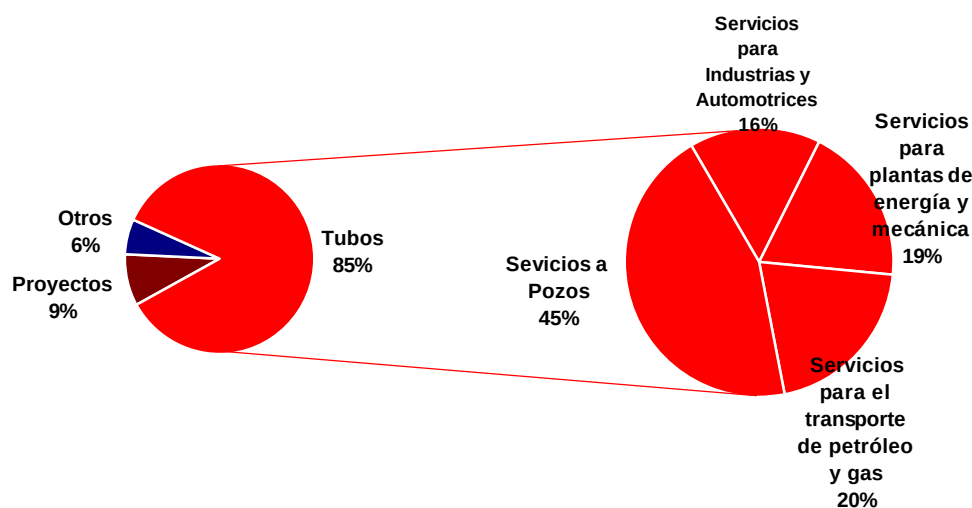


Figura 2.4-2. “Ventas netas por segmento de negocio – Ventas de tubos por unidad de negocio” – Elaboración propia en base a “Reporte Anual Tenaris” – Año 2007

Las ganancias de Tenaris provienen casi en su totalidad de la venta de tubos. Las mismas conforman 85% de las ventas netas de la compañía. Dentro de este valor se observa que alrededor de 50% se refiere a ventas de tubos para los pozos de petróleo y gas, siendo este el segmento más importante.

2.5 MERCADO OCTG

A continuación se detalla las características del mercado de los tubos sin costura y dentro del mismo, de la gama de productos “Oil Country Tubular Goods”, debido a que es en este mercado donde participan las cuplas.

2.5.1 El mercado por destino del tubo

Los tubos sin costura son utilizados en diversas actividades debido a sus características mecánicas y su comportamiento. El destino de la producción de Tenaris se puede observar en la *Figura 2.5.1-1*.

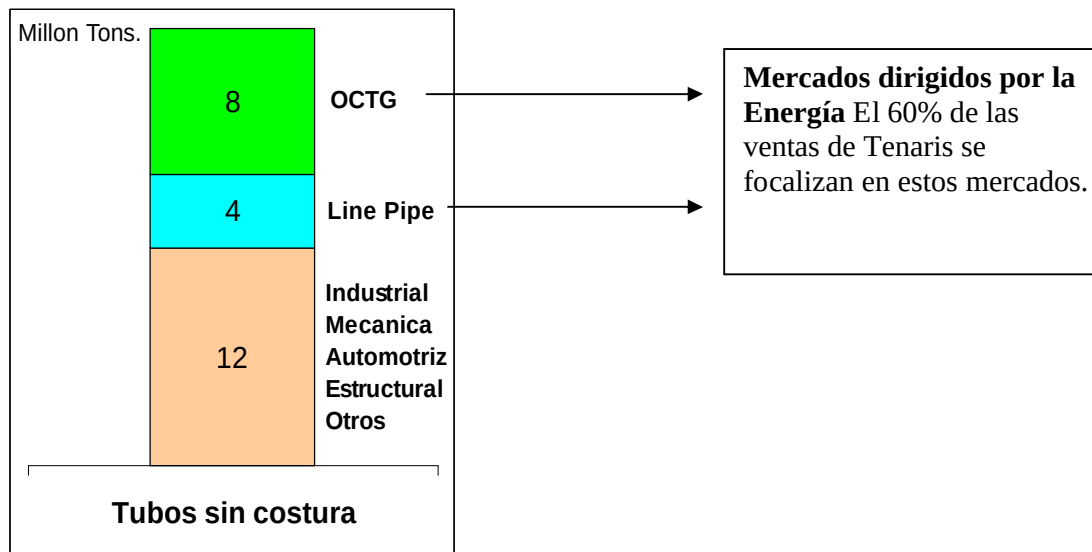


Figura 2.5.1-1. “Destino de la producción de tubos sin costura de Tenaris” – Elaboración propia en base a presentación impresa sobre Comercial Front End – Año 2008

2.5.2 Productos tubulares para petróleo -OCTG - (Oil Country Tubular Goods)

OCTG es una abreviación globalmente usada para identificar los productos tubulares utilizados en la exploración y producción de petróleo. Para Tenaris es el segmento de mayor actividad, generando el ingreso más importante.

Para el presente proyecto, es el segmento de interés debido a que las cuplas son una parte integral y fundamental de los productos tubulares. Cada tubo OCTG vendido tiene incorporada una cupla en uno de sus extremos. Estos tubos se ofrecen con un conjunto de servicios que incluyen:

- el manejo de inventario,
- envío justo a tiempo del material al pozo,
- manejo de los tubos y servicios logísticos,
- ensamble e instalación de la columna tubular lista para cementar.

Todos estos servicios tienen como finalidad la reducción de costos, riesgos y lead time mediante la gestión de la Cadena de Abastecimiento.

Gamas de productos destinados al mercado OCTG

1. Casing

Es el principal componente estructural de un pozo de petróleo o gas cuya finalidad es:

- Prevenir el colapso de la pared del agujero
- Prevenir el movimiento de los fluidos desde una formación hacia otra
- Mejorar la eficiencia del extraído de petróleo y gas si el pozo es productivo

Acorde a su diseño, hay ocho productos que conforman la gama casing:

Øconductor,
Øsurface,
Øprotective,
Ødrilling liner,
Ødrilling tie back casing,
Øproduction casing,
Øproduction liner,
Øproduction tie back.

Las características de los mismos se incluyen en el *Anexo 1 “Gamas de productos casing”*.

Los productos casing deben resistir el colapso debido a presiones externas y la explosión debido a presiones internas. Deben ser resistentes a la tracción para poder mantener el peso propio de la columna mientras está sujeta a diferentes tipos de cargas (torsión y flexión).

Las presiones o cargas térmicas pueden producir esfuerzos de compresión. Si los mismos exceden un valor umbral preestablecido, los tubos se volverán inestables y tenderán a deformarse en forma helicoidal. Este fenómeno se denomina “buckling”.

Los productos casing son fabricados en un rango de 115 mm. hasta 500 mm. (4,5 a 20 pulgadas) de diámetro externo. Tenaris tiene la capacidad industrial de fabricar tubos casing sin costura de hasta 24,5 pulgadas lo que constituye una importante ventaja comercial en el mercado.

Un diseño de casing es exitoso cuando ofrece resistencia mecánica y funcionalidad suficiente para realizar maniobras de terminación, profundizaciones, producción y mantenimiento durante la vida útil del pozo a un costo optimizado.

2. Varilla de bombeo

Es un tubo que transmite fuerza mediante un movimiento de rotación desde el nivel del suelo hacia una herramienta rotatoria de excavación ubicada en la punta de la varilla.

También inyecta un fluido a la superficie de corte de la herramienta para remover y transportar hacia la superficie los materiales productos de la excavación y cumplir la función de lubricante.

Las varillas de bombeo deben estar estandarizadas o, acorde al criterio del productor, deben sufrir un proceso de normalizado o de normalizado y revenido en toda su longitud. Si sufren un recalque en sus extremos, deben ser sometidas a un tratamiento térmico en toda su longitud posterior al recalque.

Se fabrican en tamaños que van desde 60 a 170 mm. (2 3/8 a 6 5/8 pulgadas) de diámetro externo.

Generalmente se le genera un chanfle interno o externo en las puntas de los tubos o ambas alternativas simultáneamente. La función de los mismos es de mejorar el acople y eliminar los cantos vivos.

3. Tubing

Es un tubo de diámetro relativamente pequeño que se introduce en un pozo con la función de servir como conducto de pasaje del gas o petróleo hacia la superficie.

Se producen en diferentes tamaños que van desde 26 a 114 mm. (1,05 a 4,5 pulgadas) de diámetro externo. Los extremos se roscan para generar juntas integrales especiales o para el acople de una cupla. A su vez pueden o no tener un recalque externo. Los tubos deben fabricarse de un tipo de acero adecuado que pueda soportar su propio peso, el peso del contenido y el peso del equipo de producción.

Los productos OCTG pueden identificarse por seis características:

- a) Espesor de la pared
- b) Largo
- c) Diámetro externo
- d) Método de producción

- e) Grado (determinado por la composición del acero y el tratamiento térmico)
- f) Tipo de conexión

2.5.3 Mercado de los tubos sin costura

La Figura 2.5.3-1 muestra la evolución del mercado de los tubos sin costura hasta el año 2006. En el mismo, se puede observar un crecimiento de 40% de la porción de los tubos destinados al mercado OCTG desde el 2004 hasta el 2006.

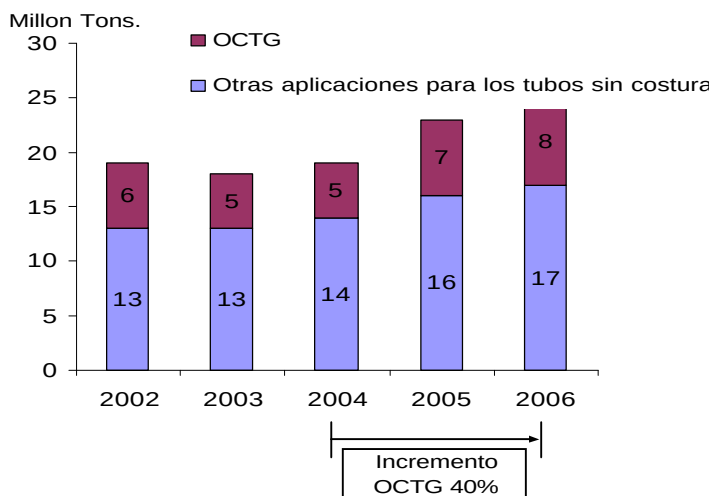


Figura 2.5.3-1. “Evolución del mercado de tubos sin costura” – Presentación impresa sobre Comercial Front End – Año 2008

2.5.4 Crecimiento de las excavaciones

La Figura 2.5.4-1 muestra la tendencia creciente en la generación de pozos de petróleo alrededor del mundo en los últimos años impulsados por el aumento sostenido del precio del barril de petróleo.

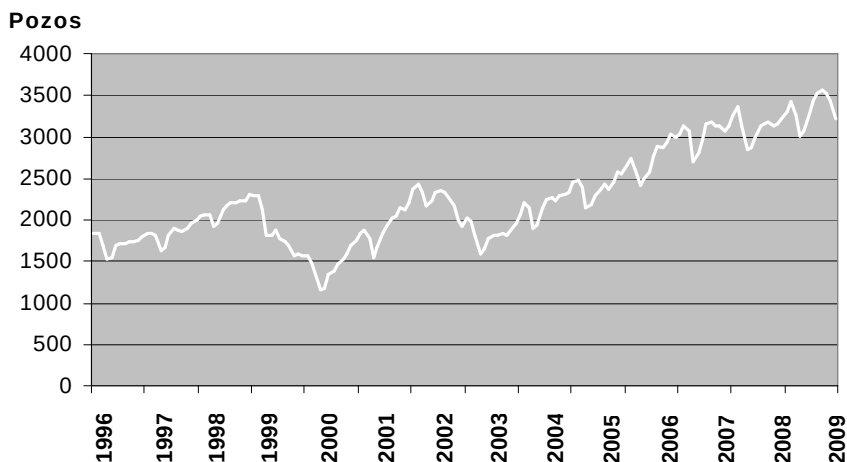


Figura 2.5.4-1. “Evolución de la cantidad de pozos de petróleo a nivel mundial” – http://investor.shareholder.com/bhi/rig_counts/rc_index.cfm - Año 2009

El aumento en la actividad petrolera, más específicamente en la generación de nuevos pozos para la extracción de petróleo y gas, tiene como resultado directo el incremento del mercado de los tubos sin costura.

Como se puede observar en la *Figura 2.5.4-2*, el mercado de productos sin costura OCTG a aumentado considerablemente en los ultimo años debido a la mayor actividad de exploración y extracción y se espera un crecimiento sostenido a través de los años siguientes.

Tenaris ha aprovechado el crecimiento del mercado, acompañándolo y de esta forma su market share ha permanecido constante a través de los años.

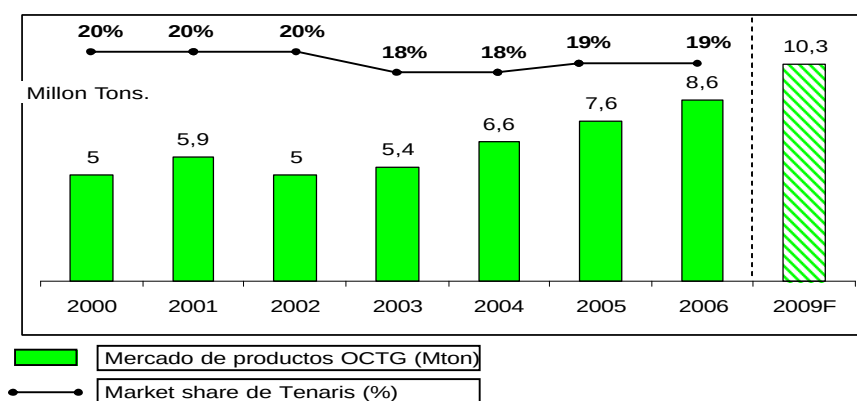


Figura 2.5.4-2. “Evolución del mercado de productos OCTG” – Presentación impresa sobre Comercial Front End – Año 2008

2.5.5 Competencia

Dado que las cuplas son una parte de la columna de un pozo de petróleo y gas, al analizar la competencia, debemos ver las empresas a nivel mundial que están presente dentro de lo que es la venta de tubos sin costura OCTG y aquellas que se especializan en brindar servicios a los pozos de petróleo. La elección del segundo segmento como competencia directa está basada en que un buen servicio genera la apertura de una puerta hacia una venta futura.

Competencia en los servicios a los pozos

Tenaris se ubica como la tercera compañía en la capitalización de mercado dentro del servicio a los pozos (excavación, evaluación, terminación, producción e intervención al pozo).

Los principales competidores son:

Schlumberger: es el proveedor líder de servicios a los pozos a nivel global. Sus ingresos en el año 2007 fueron de US\$ 23,28 billones. Posee cerca de 84.000 empleados de más de 140 nacionalidades, con una presencia en cerca de 80 países. Sus comienzos se remontan hace más de 80 años, llevando hoy en día a tener 23 centros de investigación e ingeniería.

Halliburton: se ubica en segundo lugar en el mercado de los servicios a los pozos. Tiene aproximadamente 55.000 empleados en cerca de 70 países. Fue fundada en 1919.

La compañía al igual que el resto de los competidores, sirve a la industria del petróleo y gas a través de la vida del reservorio. Desde la localización de los hidrocarburos y el manejo de la información geológica, a la excavación y evaluación de las formaciones, construcción del pozo y terminación.

Sus ingresos en el año 2007 fueron de US\$ 15 billones. El 47% de sus clientes se ubica en Norteamérica con un el 53% restante en el resto del mundo intentando incrementar su presencia en el hemisferio este.

Baker Hughes: se ubica en cuarto lugar después de Tenaris. Sus ingresos en el 2007 fueron de US\$ 10,4 billones y sus actividades están presentes en cerca de 90 países.

Weatherford: se ubica en el quinto lugar. Tiene cerca de 43.000 empleados y una presencia en cerca de 100 países. Esta compañía es el resultado del crecimiento interno como también de la consolidación de más de 250 adquisiciones estratégicas.

Rigs Services Tools LTD: esta empresa se ubica en el sexto lugar. Sus actividades se remontan al año 1952 y tiene su base en Canadá.

Competidores dentro de la industria de la producción de tubos sin costura

Tenaris tiene los márgenes más altos de la industria. Sus ganancias antes de intereses, impuestos y amortizaciones (EBITDA) se ubica claramente por encima de la competencia, siendo el mismo un 30% más alto que Vallourec (empresa que ocupa el segundo lugar). Para determinar que porcentaje de los ingresos se deben a las ventas, se utiliza el indicador EBITDA/Ventas.

Si bien Tenaris tiene los márgenes más altos, se puede observar que Vallourec ha crecido en forma más acelerada en los últimos años por lo que si sigue este rumbo, perderá el primer lugar.

Compañía	EBITDA (Mill.USD)					EBITDA/Ventas				
	2007	2006	2005	07 vs. 06	06 vs. 05	2007	2006	2005	07 vs. 06	06 vs. 05
Tenaris	3,047	2,16	1,014	41%	200%	39%	35%	27%	4.6 pp	12.2 pp
Vallourec	2,135	1,322	553	61%	286%	31%	25%	15%	6.0 pp	16.0 pp
USS Steel	2,143	1,74	1,868	23%	15%	14%	12%	13%	1.2 pp	0.3 pp
IPSCO	1,077	978	731	10%	47%	29%	32%	30%	(3.7) pp	(1.3) pp
Timken	525	589	460	-11%	14%	11%	11%	10%	(0.8) pp	0.4 pp
Lone Star	202	250	145	-19%	39%	15%	19%	15%	(4.8) pp	(0.4) pp
NS Group		145	86				24%	18%		

Tabla 2.5.5-1. “Análisis EBITDA”- Elaboración propia en base a presentación impresa sobre Comercial Front End – Año 2008

Los valores observados muestran un futuro optimista para Tenaris, liderando el mercado de tubos sin costura para la explotación de petróleo. Más allá de esta situación, Tenaris no debe descansar en sus laureles debido al creciente número de competidores. Si bien las empresas chinas todavía no operan dentro del mercado de los productos denominados “de alto margen”, no faltará mucho para que así sea.

De esta manera, Tenaris debe invertir en sus centros de investigación y desarrollo para poder generar nuevos productos y accesorios que optimicen la gestión en los pozos de petróleo.

Las cuplas, producto central de este proyecto es uno de los accesorios más importantes utilizados en una columna de tubos. A continuación se detalla sus características fundamentales, los diferentes tipos que existen y el ámbito en el que es recomendable utilizar cada una de ellas. Luego se describe el proceso de fabricación que se lleva a cabo en FACU, las máquinas utilizadas, la secuencia de los diferentes subprocesos y aspectos generales de importancia.

3. DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

3.1 CUPLA

Una cupla es un segmento de un tubo de longitud entre 13 cm. a 30 cm. aproximadamente, dependiendo del tipo de producto. Tiene un perfil de rosca hembra en sus dos extremos y su diámetro externo es mayor al del tubo para cual fue diseñada. Su función es la de dar continuidad a la columna, conectando dos tubos y aumentar la resistencia mecánica de la misma. A su vez, no permite el ingreso de fluidos o sedimentos que se puedan encontrar dentro del pozo.

Las uniones de tubería son una parte fundamental de la columna. La correcta selección del tipo de unión a colocar es tan importante como la selección del acero de cuerpo del tubo. La unión debe ser la parte más fuerte de la columna.

Existe en el mercado una amplia variedad de uniones para tubos que pueden seleccionarse en función de las características del pozo o de las condiciones de servicio a que estará sometida.

Una vez analizado el estado de cargas a que estará sometida la tubería durante la vida útil del pozo, y teniendo en cuenta las características del mismo, se selecciona la conexión que se adapta a cada caso.

3.2 FAMILIAS DE PRODUCTOS

Existen dos familias de productos que se fabrican en FACU.

La primera constituye las cuplas API (American Petroleum Institute). Estas cuplas fueron las primeras en desarrollarse. Su mecanizado le permite resistir ciertas condiciones de carga y no son utilizadas en pozos de gran profundidad y condiciones de uso consideradas “extremas”.

A medida que la industria del petróleo se desarrolló y los reservorios de “fácil” acceso disminuyeron, se empezaron a diseñar las cuplas Premium. Estas incorporan un mecanizado más detallado, con funciones específicas que permiten resistir las adversidades del medio y soportar un mayor peso de la columna.

El proceso de producción para ambas familias de productos es el mismo menos el roscado y el añadido de una etapa de pelado en su superficie externa para las cuplas Premium.

3.2.1 Cuplas API

I_API redonda (API STD 5B)

Las uniones API fueron estandarizadas por este instituto en la SPEC 5A del año 1924. Esta evolucionó hasta las actualmente vigentes API SPEC 5CT y SPEC 5B, que involucran las uniones API redonda y Buttress, entre otras.

La unión API redonda tiene un buen diseño de estanqueidad. La eficiencia a la tracción es de aproximadamente el 115% de la del cuerpo del tubo. El tubing puede ser doblado o curvado sin que se produzca fluencias en los filetes. Si estos no se deforman, entonces no tendrán pérdidas de fluidos.

El diseño de la rosca redonda especifica un huelgo entre la cresta y valle de filetes, luego de apretar la unión. Esto genera un canal helicoidal en la unión, que debe ser ocupado por el compuesto lubricante para lograr estanqueidad.

La prestación de este tipo de cupla por lo mencionado anteriormente, depende fuertemente de la sellabilidad de la grasa a través del tiempo. Hay que considerar que la grasa que se ubica entre los filetes envejece con el tiempo, acompañando claramente por una pérdida en su sellabilidad.

Si la cupla estará expuesta a presiones diferenciales cercanas a los 4500psi para líquidos y 3500psi para gases, como así también a condiciones de temperatura elevadas (160 °C) se perderá su capacidad sellante rápidamente y no es aconsejable su utilización.

Debido al acuíñamiento de los filetes, cuando se somete la unión a tensiones de tracción o compresión (dentro de los valores de diseño) los flancos de carga y enrosque se mantienen en contacto. Solicitaciones mayores pueden provocar la separación entre los filetes provocando la pérdida y/p desenchufe en la unión.

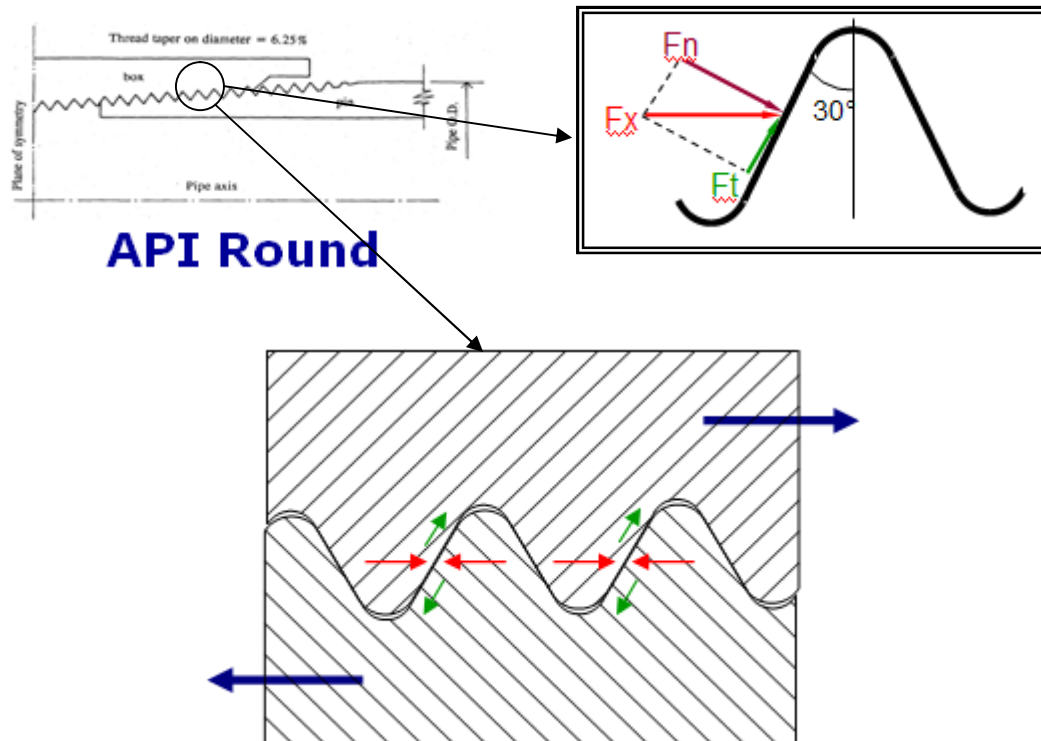


Figura 3.2.1-1.: “Solicitaciones sobre el perfil de rosca API redonda” – “Foro Nacional sobre Varillas de Bombeo y Tubulares – Performances y Nuevas Tecnologías” – Año 2004

Ventajas

- Ø Fáciles de fabricar
- Ø Fácil emboque en el pozo
- Ø Respuesta a la sellabilidad aceptable
- Ø Conocida en el mercado

Desventajas

- Ø Pobre resistencia a la tracción
- Ø Para presiones medias/altas, la sellabilidad se ve comprometida (debido a la presencia de una mayor fuerza tangencial dada la forma del filete)

II_API Buttress (API STD 5B)

Debido a las desventajas que presenta la rosca redonda, API desarrolló un nuevo perfil de rosca conocida como “Buttress”. El pequeño ángulo presente en el flanco de carga de la rosca desarrolla una tensión tangencial “ F_t ” casi nula. Esta cualidad permite que la unión esté solicitada a tensiones superiores.

Para no contrarrestar la capacidad sellante de la grasa, se generó un mayor ángulo en el perfil de enrosque para poder obtener un espacio considerable para la acumulación de la misma.

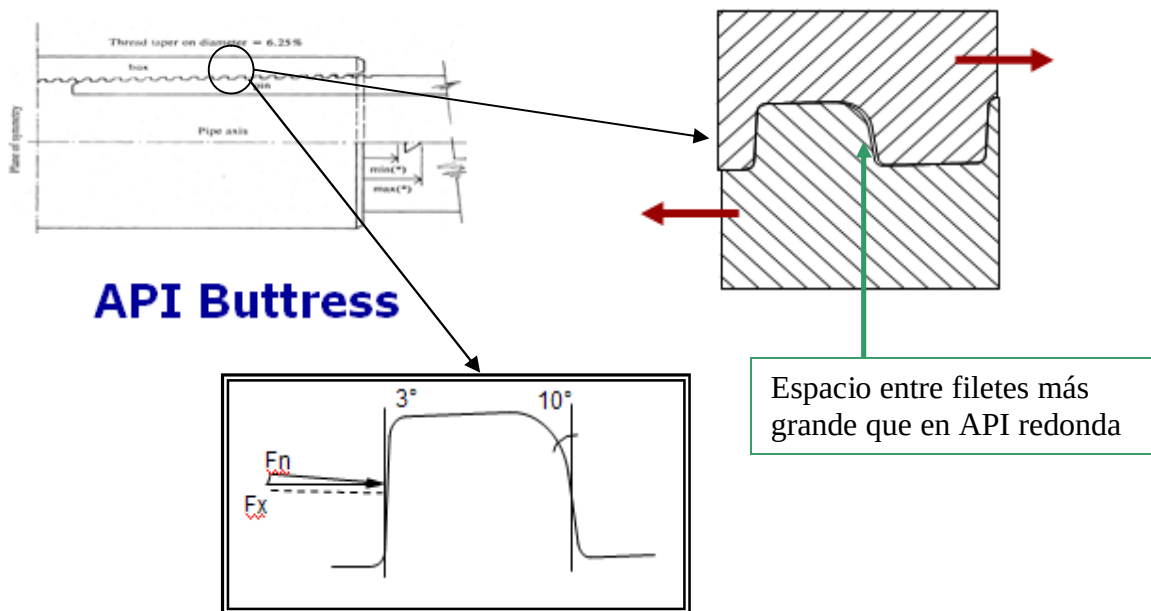


Figura 3.2.1-2. “Solicitaciones sobre el perfil de rosca API buttress” – Presentación impresa sobre Field Services – Año 2008

Ventajas

- Ø Fácil de fabricar
- Ø Fácil emboque en el pozo
- Ø Alta resistencia a la tensión (la forma del filete no permite una fuerza tangencial)

Desventajas

- Ø Pobre sellabilidad

Alternativas de diseño de filetes “Buttress”

Filete en forma de gancho: mejora la resistencia a la tracción y la resistencia a las presiones externas.

Filete de contacto flanco – flanco: mejora la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y permite un torque más alto que el filete en forma de gancho.

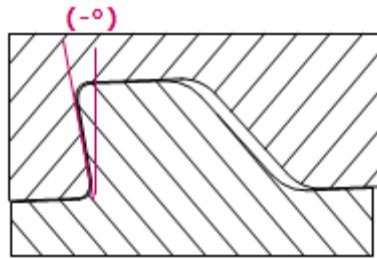


Figura 3.2.1-3. “Filete en forma de gancho” - Presentación impresa sobre Field Services – Año 2008

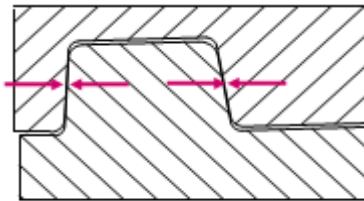


Figura 3.2.1-3. “Filete de contacto flanco-flanco” - Presentación impresa sobre Field Services – Año 2008

3.2.2 Cupla Premium

Combinan la excelente resistencia a la tracción de las roscas Buttress con uno ó más sellos metal-metal para incrementar su resistencia a la pérdida de fluido. Una de las mejoras introducidas ha sido la modificación de los huelgos entre filetes de manera de tener una mejor distribución de las tensiones originadas por la compresión de la grasa durante el enrosque, y de facilitar la operación de enrosque evitando engranaduras.³

Alternativas de diseño de sellos

Las cuplas Premium más allá de la forma de la rosca, presentan un sello adicional que garantiza la estanqueidad. El sello puede ser metal - metal o mediante un anillo de sello.

En las siguientes figuras, la zona colorada muestra la presión de contacto entre la cupla y el tubo, mientras que la línea punteada representa la presión interna promedio a sellar.

a) Sello largo de caída lenta

Esta no es una buena opción debido a que hay una zona de riesgo donde la presión interna es superior a la presión de contacto. Si bien existen picos de presión en contacto, los mismos son pequeños.

³ Engranadura: situación donde la superficie de contacto entre dos materiales se sueldan debido a la temperatura que se genera por las altas presiones.

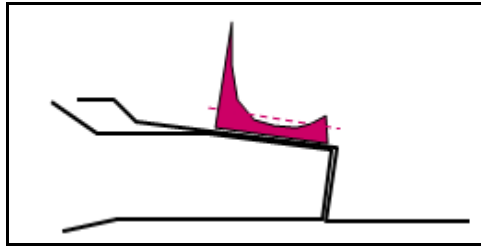


Figura 3.2.2-1. “Sello largo de caída lenta” – Presentación impresa sobre FACU – Año 2008

b) Sello corto de caída rápida

Es una buena solución debido al alto valor de presión de contacto representado por el pico. La misma genera una barrera contra la presión interna del fluido

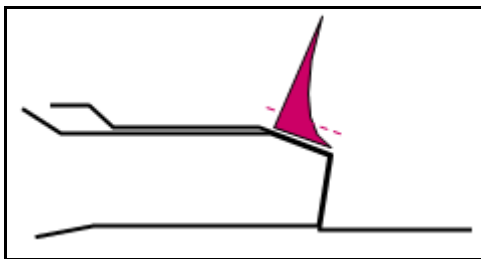


Figura 3.2.2-2. “Sello corto de caída rápida” – Presentación impresa sobre FACU – Año 2008

c) Sello esférico

Es una muy buena solución debido a que si bien la presión de contacto tiene un solo pico, el mismo tiene un ancho superior con respecto a los otros diagramas de presiones desarrollando una amplia área de contacto.

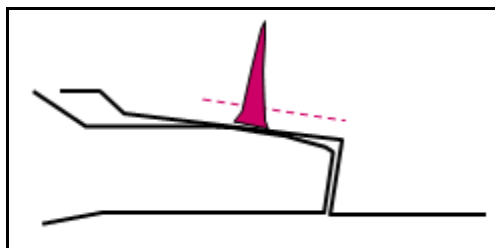


Figura 3.2.2-3. “Sello esférico” - Presentación impresa sobre FACU - Año 2008

La estanqueidad de una conexión es una función de las características sellantes de la grasa y de su propia resistencia a la pérdida. La unión API redonda para tubing tiene un buen diseño de estanqueidad. Para la aplicación en pozos direccionales y/o horizontales, las Premium presentan en general mejor comportamiento y resistencia a los esfuerzos.

Las cuplas Premium pueden distinguirse según su tecnología y por su geometría. Las gamas que se fabrican en FACU y sus características son:

I_ Tenaris Hydril Blue

Este tipo de cupla está disponible para los diámetros de 2 3/8 a 13 5/8 plg.

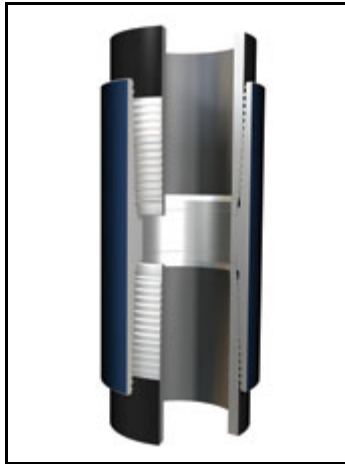


Figura 3.2.2-4. “Tenaris Hydril Blue”

Aplicaciones

- Casing y tubing de producción. Incluyendo su utilización para ambientes de alta presión y alta temperatura.
- Casing intermedio
- Tie-backs
- Para pozos que estén altamente desviados u horizontales
- Liners
- Situaciones donde se necesite una alta resistencia a la compresión y un elevado torque

Condiciones y características primarias

- **Sellabilidad óptima:** bajo condiciones de carga combinada, incluyendo tracción, compresión, y flexión para elevados diferenciales de presión externa o interna.
- **Elevada capacidad de compresión:** la sellabilidad se mantiene luego de aplicar ciclado de tracción y compresión.
- **Buena capacidad de sobretorque:** particularmente apta para liners donde el tubular es solicitado a la compresión y rotación simultáneamente.

- **Apriete (make up) rápido y seguro:** las facilidades de ensamble sin cruzamientos⁴ y la reducida tendencia a engranadura logradas con el diseño del perfil de la rosca, aseguran repetidos ensambles bajo condiciones severas.
- **Diseño especial para uso sin grasa “dopeless”:** el sello y la rosca han sido diseñados especialmente para ensamblarse sin grasa, o con compuestos secos y libres de metales disminuyendo así el impacto sobre el medio ambiente.

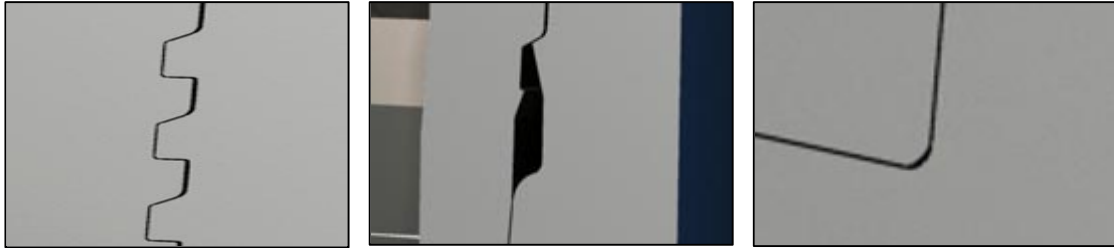


Figura 3.2.2-5. “Características Primarias Tenaris Hydril Blue”

Por tener rosca cónica desvanecida, la resistencia de la unión a la tracción es igual o mayor que la del tubo. El perfil interior es continuo, esto evita el fenómeno de turbulencia- erosión- corrosión en el área.

Presenta un reservorio para alojar los excesos de grasa que pueden llegar a comprometer la funcionalidad de la cupla mediante la generación de presiones internas. Posee un sello metal-metal y hombro de torque. El hombro de torque tiene ángulo invertido, de manera de asegurar la estanqueidad.

II_ Tenaris Hydril Blue SAGD

Este tipo de cupla está disponible para diámetros de 2 ^{3/8} hasta 10 ^{3/4} plg.



Figura 3.2.2-6. “Tenaris Hydril Blue SAGD”

⁴ Cruzamiento: rotura de los perfiles de las roscas debido a un apriete torcido

Aplicaciones

- Operaciones que utilicen la tecnología SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage)⁵
- Liners rotatorios
- Pozos horizontales

Condiciones y características primarias

- Un perfil del filete optimizado que permite una mayor integridad estructural en los tubos de paredes más finas
- Eficiencia estructural equivalente al tubo que sujeta
- Fácil y rápido apriete al tubo sin riesgo de cruzamiento

III_ Tenaris Hydril 3SB

Este tipo de cupla está disponible para diámetros desde 2 ^{3/8} hasta 13 ^{5/8} plg.



Figura 3.2.2-7. “Tenaris Hydril 3SB”

Aplicaciones

- Apto para aleaciones resistentes a la corrosión y a servicios en un ambiente elevado de sulfuro de hidrógeno
- Tubing y casing de producción

⁵ SAGD: utiliza vapor para recuperar el petróleo pesado ubicado en reservorios de gran profundidad. Trabaja con temperaturas elevadas alcanzando los 340°C.

- Casing de superficie
- Casing intermedio
- Tie-backs

Condiciones y características primarias

- Excelente apretamiento para impedir el pase de gas
- Hombro de torque radial (sello esférico)
- Existe la opción de generar un chanfle interno para favorecer el acoplamiento con el tubo
- El contacto metal – metal y el sello del hombro proveen de un excelente cierre para impedir el pasaje del gas
- Bajo riesgo de cruzamiento



Figura 3.2.2-8. “Contacto metal – metal Tenaris Hydril 3SB”

IV_ Tenaris Hydril MS y MS XT/XC

Este tipo de cupla está disponible para diámetros desde 2 ^{3/8}” hasta 14”



Figura 3.2.2-9. “Tenaris Hydril MS – MS XT/XC”

Aplicaciones

- Casing y tubing de producción
- Casing intermedio
- Pozos geotermales⁶
- Para la mayor parte de las aplicaciones donde se utilicen acero al carbono

Condiciones y características primarias

- Alta resistencia a la compresión
- Excelente cierre al paso del gas
- 100% de eficiencia frente a la tensión
- Excelente respuesta frente a presiones internas y al colapso
- Bajo riesgo de dañar la rosca

⁶ Pozo geotermal: produce fluidos calentados por la temperatura propia de la tierra

4. PROCESO

FACU es una planta “autónoma” dentro de Siderca ya que el producto se lleva a cabo de manera íntegra dentro de la misma (se puede mandar a terceros algunas cantidades cuando la capacidad productiva se ve superada).

En la fabricación de una cupla intervienen una suma de factores. La modificación de alguno de ellos puede genera un cambio perceptible en el producto final o puede verse apalancado por la variación de otro factor (*Figura 4-1. “Factores intervinientes en la fabricación de una cupla”*).

Para llevar a cabo la producción de una cupla se utilizan un conjunto de máquinas. Cada cupla tiene una ruta establecida según las características de la misma y son estas las que determinan la máquina a utilizar en cada etapa del proceso.

4.1 CENTROS/MÁQUINAS

Centro/Operación	Máquina - Sigla
Corte	Bardon and Oliver 1 - CBYO
	Bardon and Oliver 2 - CBO2
	Pipe Machinery 1 - CPMC
	Pipe Machinery 2 - CPM2
	Stamets - STAM
Prealesado	Pipe Machinery 13 - PM13
Roscado	Pipe Machinery 7 - PMC7
	Pipe Machinery 5 - PMC5
	Pipe Machinery 10 - PM10
	Pipe Machinery 16 - PMCD
	Torno Colinet 1 - COL1
	Torno Colinet 1 - COL2
	Torno Heid 1 - HEI1
	Torno Heid 2 - HEI2
	Torno Heid 3 - HEI3
	Torno Heid 4 - HEI4
	Torno Danobat 1 - DAN1
	Torno Danobat 2 - DAN2
	Torno Danobat 3 - DAF3
	Torno Danobat 4 - DAN4
	Torno Cridan - CRID
Pelado	Pelador Fisher - PFIS
	Pelador Comau - PECO
CND	Magnaflux 1 - MACU1
	Magnaflux 2 - MACU2
Fosfatizado	Línea 1 - FOMN
	Línea 2 - FOL2

Tabla 4.1-1.: “Máquinas por centro/operación” – Elaboración propia – Año 2009

Optimización del proceso de fabricación de cuplas

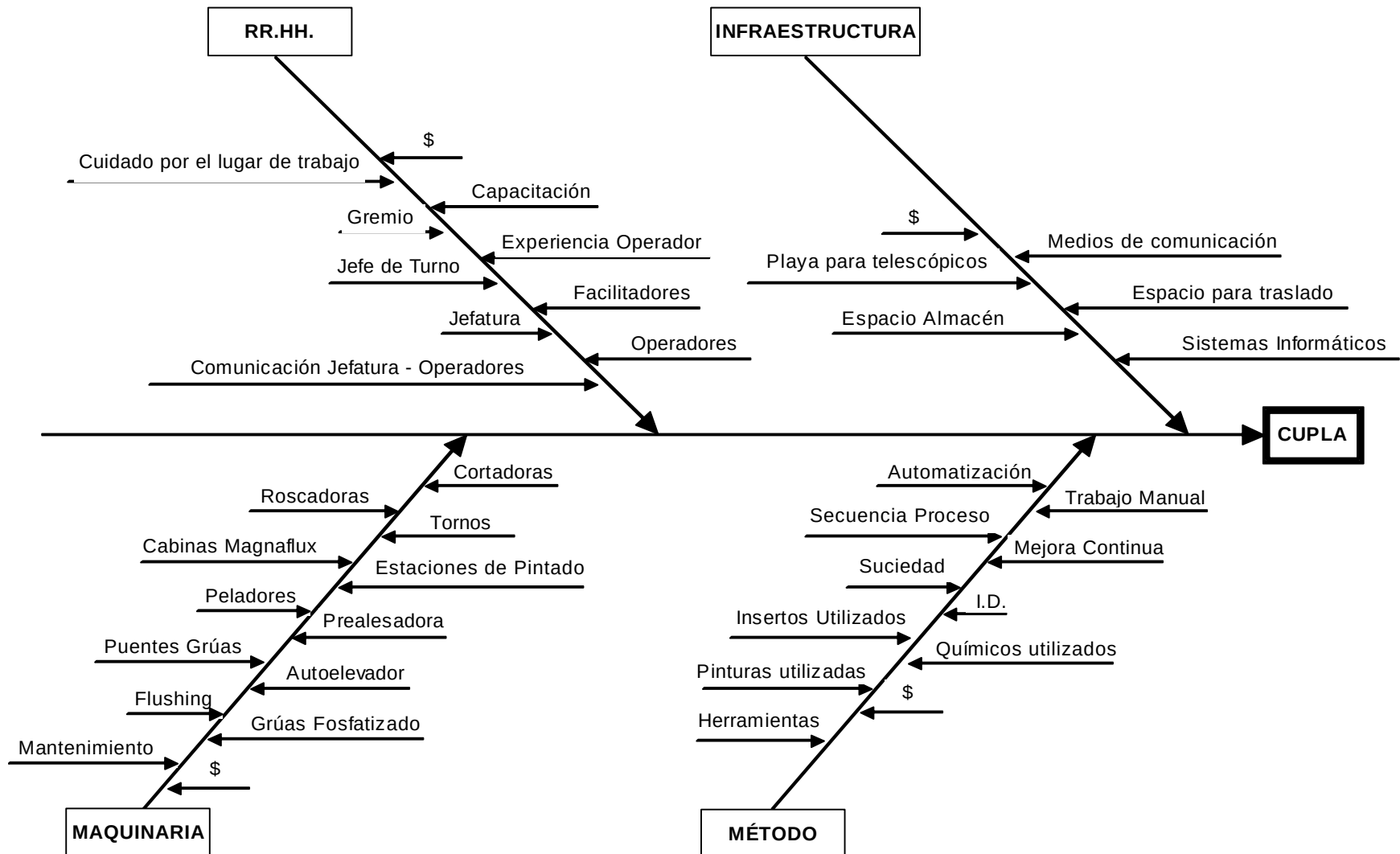


Figura 4-1. "Factores intervinientes en la fabricación de una cupla"- Elaboración propia – Año 2009

4.2 INGRESO DE SEMIELABORADO DE CUPLA (SECU)

Los SECUS ingresan a FACU por medio de camiones telescópicos provenientes de los laminadores. Según la necesidad de los mismos, se los puede depositar en unas estibas ubicadas afuera del galpón (50 estibas en total) o si la cupla programada para el día en curso o el día siguiente necesita de ese SECU, se descargan a unas estibas en el interior del galpón en la nave 1 (6 estibas en total).



Figura 4.2-1. “Estibas SECUS fuera del galpón” – Foto propia - Año 2008

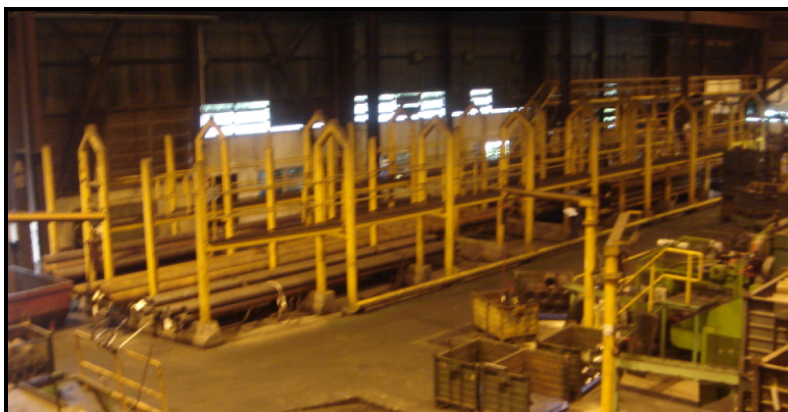


Figura 4.2-2. “Estibas SECUS interior del galpón” – Foto propia – Año 2008

La carga y descarga de los SECUS en las estibas fuera del galpón se realiza mediante una grúa Grove (nombre del fabricante) con una capacidad de carga máxima de 36000 Lb.

La descarga de los SECUS del telescópico al interior del galpón se realiza mediante un puente grúa con una capacidad de carga máxima de 7,5 Ton.



Figura 4.2-3. “Grúa Grove (Izq.) y Puente grúa interior nave 1 (der.)” – Foto propia – Año 2008

Cada lote de SECUS viene identificado con una tarjeta que contiene los siguientes datos:

- **Ciclo:** número que engloba las características generales del tubo
- **Colada:** número que identifica la colada de la cual proviene el tubo
- **Diámetro:** diámetro nominal del SECU
- **Cantidad:** cantidad de tubos por lote
- **Estado:** es un número que determina el estado del material en cuestión. El SECU corresponde al estado 80 que significa “Material terminado”
- **Fecha:** fecha de colada
- **Expediente:** expediente del tubo (está relacionado con la orden de compra)



Figura 4.2-4. “Tarjeta del SECU” – Foto propia – Año 2008

Características físicas de los SECU

El SECU es un tubo sin costura que proviene en su totalidad de los laminadores continuos de Siderca dejando imposibilitada la opción de un proveedor de SECUS externo.

Contiene la misma composición metalográfica que los tubos para los cuales están destinadas las cuplas. La longitud del mismo varía según el tipo de producto. Posee en uno de sus extremos lo que se denomina “boca de pescado” (proviene del laminado). Este extremo será cortado durante el subproceso de corte y se declara como ACHA (a chatarra) y será utilizado como materia prima en la acería.

El diámetro nominal del SECU es mayor al diámetro nominal del tubo al igual que su espesor para permitir la mecanización de la rosca y dar un mayor soporte al conectar la tubería.

4.3 CORTE

4.3.1 MÁQUINAS

La zona de corte cuenta con 5 máquinas (2 Bardon & Oliver “CBYO”; 2 Pipe Machinery “CPMC” y una Stamets “STAM”) cada una operada por una sola persona. Las mismas se pueden dividir en 2 grupos según como se lleva a cabo el corte.

El primer grupo esta comprendido por las cortadoras de los productos de mayor diámetro que va de 5 ½ a 9 5/8 plg. (CPMC y STAM). En estas, el tubo permanece inmóvil en el momento que se desarrolla el corte, mientras que el herramental gira alrededor del mismo realizando el corte en segundos.



Figura 4.3.1-1. “CPMC-canal de salida” – Foto propia – Año 2008



Figura 4.3.1-2. "CPMC – zona de corte" – Foto propia – Año 2008

El segundo grupo comprende las dos cortadoras que se utilizan para los tubos de menor diámetro que van de 2 3/8 a 5 1/2 plg. (CBYO). En estas máquinas es el tubo el que gira alrededor de su eje longitudinal mientras el herramienta permanece inmóvil. Esta diferencia en el método de corte tiene su fundamento en dos razones.

En primer lugar, se debe a una cuestión de seguridad ya que los tubos pueden llegar a una longitud superior a los 11 mt. y si el tubo en cuestión es de un diámetro grande (ej. 9 5/8 plg.) y si su velocidad de giro es elevada, puede desprenderse del canal y producir un accidente.

La segunda razón se debe a una eficiencia en los insertos utilizados. El giro del herramienta en los diámetros más grandes aumenta su vida útil.



Figura 4.3.1-3. "CBO2 – canal de salida" – Foto propia – Año 2008



Figura 4.3.1-4. "CBO2 - zona de corte" – Foto propia – Año 2008

4.3.2 CARGA DE MÁQUINA

El relevo de corte deposita una lingada de tubos en el bancal de entrada de la cortadora mediante la utilización del puente grúa. La cantidad a ingresar es aquella que se determina en el programa de producción. Si la lingada tiene una mayor cantidad de tubos que la necesaria, se cargará lo mismo en el canal y se retirarán los tubos excedentes una vez cumplido con lo programado.

El bancal contiene un pequeño ángulo hacia la vía rodillo de entrada para favorecer el movimiento de los mismos mediante el efecto de la gravedad, a su vez se ubica un tope casi al final del bancal para contener y no permitir el ingreso de más de un tubo a la vía rodillo. Cuando el tubo que está siendo cortado pasa por cierto punto, se interrumpe un sensor y manda una señal para destrabar el tope. Al mismo tiempo, el tubo que estaba esperando entrar a la vía rodillo es levantado por medio de una leva que lo posiciona sobre la misma.

Movimiento del tubo

Para las CBYO el traslado del tubo se realiza mediante una vía de rodillos cónicos. En el momento que se genera el corte del tubo, se acciona una luneta que eleva el tubo por encima de los rodillos. Este dispositivo tiene como finalidad impedir el desgaste de los rodillos.

Para las cortadoras de mayor diámetro el traslado se realiza por medio de una vía rodillo y debido a que el tubo no gira en el corte, no es necesario la incorporación de una luneta.

4.3.3 CARGA MANGUITOS EN CAPACHO

Los manguitos⁷ se van depositando en un bancal de salida, donde cada uno es empujado por el que resulta del corte posterior. Este procedimiento sigue hasta que llegan a una mesa para facilitar su manipuleo.



Figura 4.3.3-1. “Mesa salida CBYO” – Foto propia – Año 2008

⁷ Manguito: sección de SECU de igual longitud que la cupla terminada

Una vez que los manguitos se ubican en la mesa, el operario tomará la longitud de los mismos mediante el empleo de un calibre para determinar si están dentro de la especificación o deberán ser considerados como descartes y ser depositados en el volquete de ACHA al costado de la mesa.

El operario levanta de a dos manguitos utilizando un equilift si son de las CPMC o de la STAM y los posiciona en un capacho. En el caso de la CBYO el operario levanta los manguitos con la mano. Posteriormente le coloca una reja al capacho para impedir que las cuplas se vuelquen durante su traslado y da salida por sistema al material.

El operador del autoelevador es el encargado de retirar el capacho lleno, trasladarlo hacia el lugar correcto y colocar un capacho vacío a la salida de la cortadora.

4.4 ROSCADO

4.4.1 PMC7

Estaciones

La roscadora PMC7 está conectada en línea con la CBO2 por lo que los manguitos se trasladan mediante una cadena hasta la misma. Un sensor activa la pausa de la cortadora si los manguitos en espera a ser roscados llegan hasta cierto punto en la cadena.

La roscadora consiste en una torre con cinco platos. Esta gira sobre su eje vertical y el manguito recorrerá cinco estaciones:

1. Carga del manguito virgen y descarga de la cupla roscada.

Mediante un conjunto de sensores, se genera la descarga del material roscado del plato y posteriormente la carga del manguito virgen al mismo plato.

2. Alesado del lado A y del lado B

Se denomina lado “A” a la superficie interior de la cupla desde un extremo hasta la mitad y lado “B” desde el mismo punto hacia el otro extremo.

Se genera una disminución del espesor del material para favorecer la operación de roscado (*aumentar la vida útil de los insertos, menor tiempo de producción*) y se genera el cono interno (*las cuplas API tienen un pequeño ángulo en su superficie interna desde el extremo hacia el medio*).

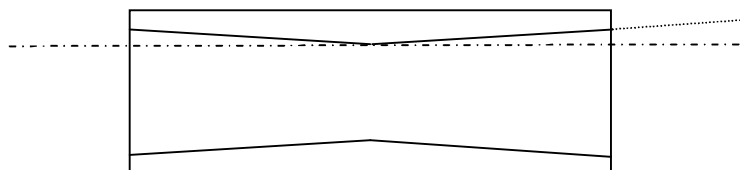


Figura 4.4.1-1. “Cono interno” – Elaboración propia – Año 2008

3. Chanfle interno, chanfle externo, frenteo y rebaje de los lados A y B.

4. Rosca del lado A y B

5. Limpieza/soplado del material roscado

Se introduce una lanza y se inyecta aire para limpiar el material de remanentes de viruta y aceite en su interior.

Descarga PMC7

El material que pasa el control según el IR⁸ se coloca de forma manual en un plano inclinado (*la cabina y la maquina están elevadas unos 40 cm. con respecto al suelo*) y mediante el efecto de la gravedad, las cuplas roscadas llegan hasta una base fuera de la cabina a la altura de la cintura del operario. Una vez allí, el operario sale de la cabina y las coloca con las manos (debido a su pequeño tamaño) en un capacho.

Al mismo tiempo se imprime la “tarjeta del capacho” que lleva los siguientes datos:

- Número de capacho
- Ciclo de la cupla
- Expediente de la cupla
- Fecha de roscado
- Estado del material
- Centro de Origen
- Centro de destino
- Cantidad de material en el capacho

⁸ IR: Documento donde figura los rangos de tolerancia para los parámetros a controlar en la rosca

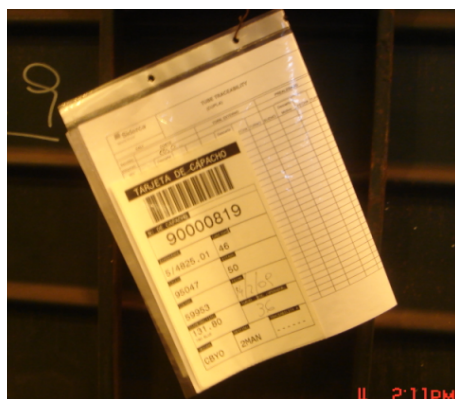


Figura 4.4.1-2. “Tarjeta de capacho” – Foto propia – Año 2008

Esta tarjeta se irá imprimiendo nuevamente en cada centro que pase el material modificando algunos de sus datos.

Finalmente es el operador del autoelevador el encargado de retirar el capacho, trasladarlo hacia el lugar correcto y posicionar uno vacío en su lugar.

4.4.2 PMC5

Las estaciones son las mismas que las de la PMC7, variando solamente el mecanismo de carga de los manguitos y descarga de la cupla roscada en la estación 1.

El operador del autoelevador coloca el capacho con los manguitos en una mesa elevada y posteriormente coloca un capacho vacío al nivel del piso al costado de la cabina para ser cargado con las cuplas roscadas (al igual que en la PMC7, la cabina está arriba del nivel del suelo).

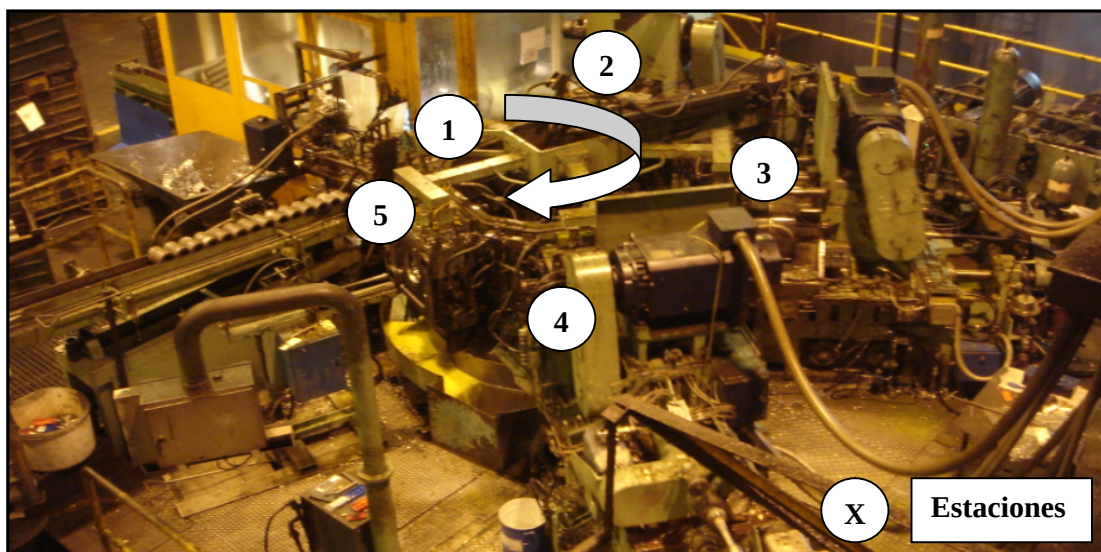


Figura 4.4.2-1. “Roscadora PMC5” – Foto propia – Año 2008

4.4.3 PMCD

Las estaciones son las mismas que las de la PMC5 y PMC7, variando al igual que en las otras dos máquinas el dispositivo de carga y descarga en la estación 1.

El operador del autoelevador posiciona un capacho lleno en una mesa elevada (*hay lugar para dos capachos, uno al lado del otro*). Cuando se vacía un capacho, lo retira y lo ubica en la zona de salida de la máquina para cargar el mismo con el material roscado.

La carga de los manquitos al bancal de entrada de la maquina y la carga de las cuplas roscadas a los capachos se lleva a cabo mediante el empleo de un equilift.

4.4.4 PM10

Las estaciones y operaciones son iguales a las de las otras roscadoras.

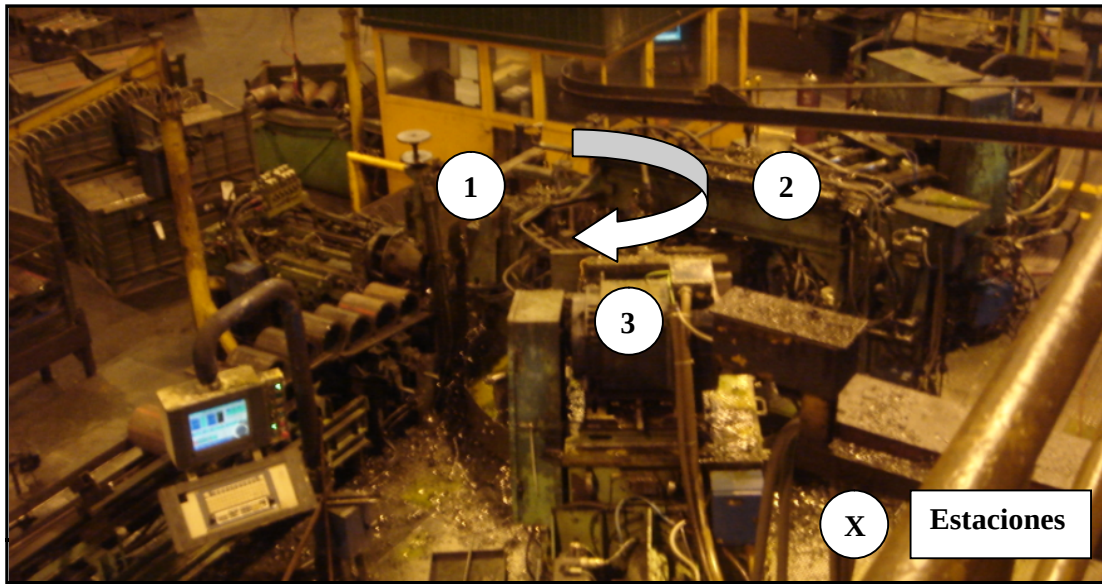
4.4.5 PM13

La PM13 es una roscadora que genera una operación de prealesado. La misma consiste en remover material del interior del manguito antes de que el mismo sea torneado. La finalidad de esta operación es ganar tiempo y productividad en los tornos, no exigir los mismos y aumentar la vida útil de los insertos y los rompe viruta.

La maquina consiste en 3 estaciones, la primera se encarga de la carga y descarga del manguito virgen y manguito prealesado. Las estaciones 2 y 3 generan dos prealesados. El primero retira la mitad del espesor deseado y el segundo termina con la remoción.

El capacho con los manguitos es colocado por medio del operador del autoelevador en una mesa elevada y el operario de la maquina los posiciona en el bancal de entrada empleando el equilift.

Los manguitos prealesados son inspeccionados según el IR. Aquellos que pasan son colocados en un capacho y el operador del autoelevador se encarga de retirarlo y posicionarlo en un lugar de almacén o alimentar la siguiente estación. Los manguitos que no cumplan con las especificaciones son declarados como descarte.



4.5 TORNOS

Los productos Premium debido a sus especificaciones más rigurosas, deben mecanizarse mediante el empleo de un torno a control numérico.

La planta contiene 11 tornos de estas características, los cuales varían en el programa y en sus condiciones de trabajo pero el procedimiento es básicamente el mismo para todos ellos.

El operador del autoelevador posiciona el capacho lleno a la entrada del torno. El operario mediante un equilift coloca los manguitos prealesados sobre el canal de entrada. Una pinza sujeta el primer manguito del canal y lo lleva dentro de la cabina del torno donde se sujeta en el plato mediante unas mordazas.



Figura 4.5-1. “Canal de entrada” – Foto propia – Año 2008

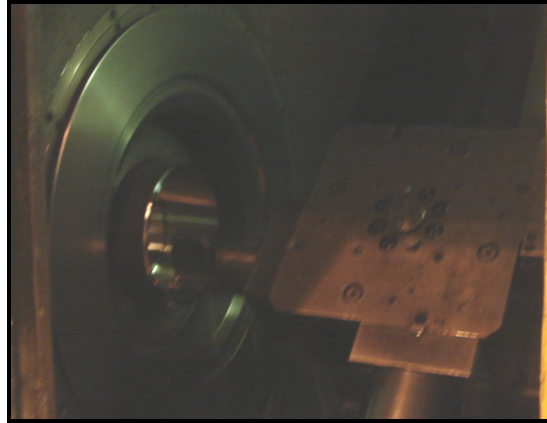


Figura 4.5-2. “Torno en Operación” – Foto propia – Año 2008

Paso siguiente se inicia la secuencia de mecanizado. Una vez terminada la misma, la pinza retira el material roscado y lo coloca en un canal para ser inspeccionado siguiendo el IR. Si el mismo pasa las inspecciones será colocada en un capacho, caso contrario se considerará como descarte.

El capacho lleno es retirado por un autoelevador y posicionado en un sector de almacén o al inicio del proceso siguiente.



Figura 4.5-3. “Manguito Prealesado – Entrada Torno” – Foto propia – Año 2008

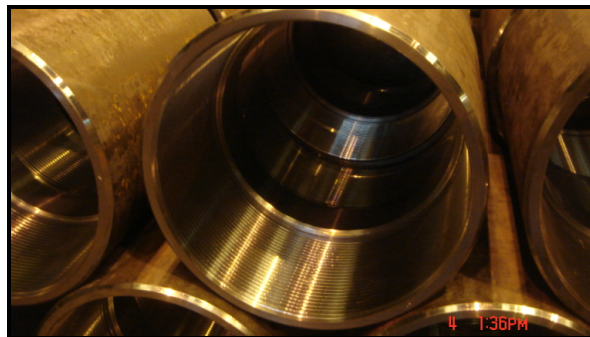


Figura 4.5-4. “Cupla Roscada – Salida Torno” – Foto propia – Año 2008

4.6 PELADO

Razón del proceso

La mayor parte de las cuplas Premium y un pequeño porcentaje de las cuplas API necesitan un proceso de pelado. Este proceso consiste en la remoción de un pequeño espesor de material de la superficie de la cupla mediante el empleo de un torno.

La finalidad del mismo es corregir cualquier tipo de imperfección que exista en el diámetro externo de la cupla y eliminar las asperezas de la superficie para facilitar las reacciones químicas que tomarán lugar durante la etapa de terminación de la cupla, mejorando así el rendimiento en el pozo.

Proceso

El material roscado entra a la cámara del torno por medio de una pinza y es sujetado mediante dos mordazas cónicas. Se genera la pasada de la herramienta con el inserto una vez y la cupla roscada/pelada es retirada mediante otra pinza y posicionada en una mesa para que el operario lleve a cabo la inspección del mismo según el IR.

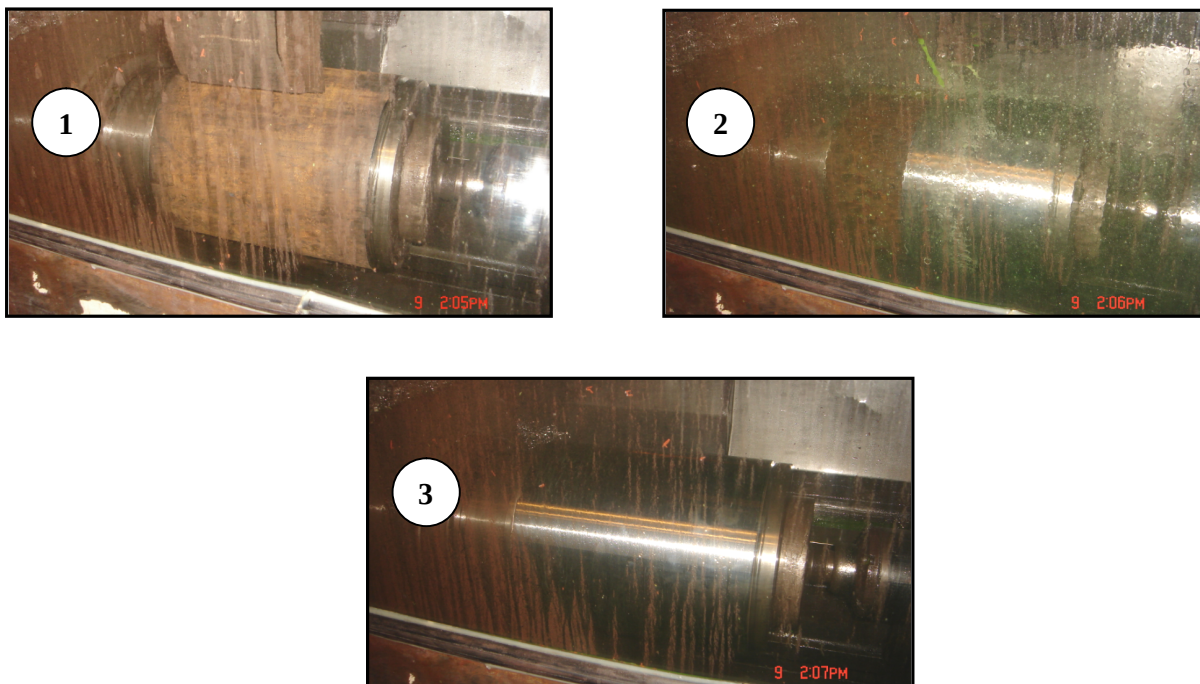


Figura 4.6-1. “Proceso Pelado” – Foto propia – Año 2008



Figura 4.6-2. “Cupla sin pelar” – Foto propia – Año 2008

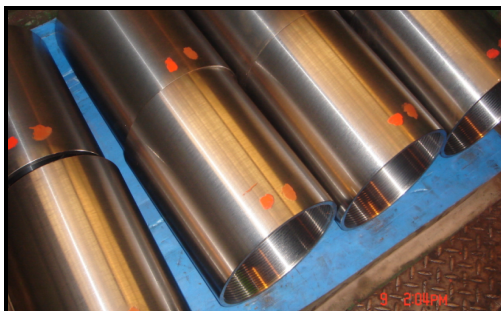


Figura 4.6-3. “Cupla pelada” – Foto propia – Año 2008

Si la cupla no cumple con las especificaciones, puede ser ingresada nuevamente al canal de entrada para su re-mecanizado. Caso contrario, se identifica el grado de acero sobre el material mediante el pintado de puntos de colores, variando los mismos según las especificaciones de la cupla terminada. Posteriormente se lo deposita en una vía rodillo y se carga en un capacho mediante el empleo de un equilift o con las manos (dependiendo del peso de la cupla sujeto al diámetro de la misma). Paso siguiente, un autoelevador recoge el capacho lleno y lo lleva a la próxima estación o a una zona de almacenaje.

La viruta sale por unos canales a los costados de los peladores y desemboca, en el caso del PECO, en un volquete y, en el caso del PFIS dada su cercanía con las paredes del galpón, en un volquete en el exterior.

4.7 CONTROL NO DESTRUCTIVO

Magnaflux

El 100% de las cuplas lleva un control no destructivo. Se utiliza dos líneas de control con 2 cabinas cada una. En una de ellas se controlan las cuplas de mayor diámetro ($5 \frac{1}{2}$ a $9 \frac{5}{8}$) y en la otra las de menor diámetro ($2 \frac{3}{8}$ a $5 \frac{1}{2}$).

El procedimiento es el siguiente:

- Un yalero coloca un capacho con cuplas a controlar sobre una mesa elevada.



Figura 4.7-1. “Entrada magnaflux – ubicación capachos con cuplas a controlar” – Foto propia – Año 2008

- En el caso de las cuplas de menor diámetro, el operario posiciona las cuplas en el bancal de entrada con las manos. Las cuplas de mayor diámetro son colocadas mediante el empleo de un equilift (debido a su peso).
- Mediante unos platos, se induce un campo magnético transversal y longitudinal a la cupla que está por entrar a la cabina mientras se la baña con un líquido que contiene pequeñas partículas magnéticas fluorescentes.

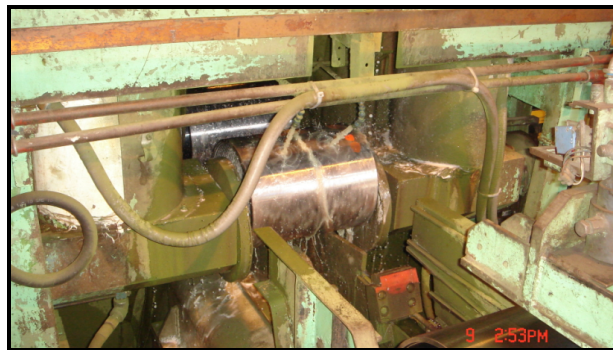


Figura 4.7-2. “Inducción campo y baño con partículas magnéticas” – Foto propia – Año 2008

- La cupla ingresa a la cabina donde se la alumbra con luz negra para ver las partículas fluorescentes.
- Gira sobre un carro 3 veces y en cada giro lleva a cabo 1,2 vueltas sobre su eje, generando de esta forma un solapamiento entre el comienzo del giro y el fin del mismo.

- El operario en la cabina controla las cuplas de manera visual.
- Aquellas cuplas que no presenten fisuras se dejan pasar y las que presentan una fisura (*se visualiza como un aglomerado de las partículas*) son llevadas a una mesa de reparación donde en lo posible, mediante el empleo de una moladora, se busca eliminar la misma.
- Una vez reparada, se vuelve a ingresar al canal para su reinspección.
- En el bancal de salida, si la cupla lleva punzonado algún dato en su superficie (*según las especificaciones*), se genera en forma automática de a una cupla por vez.
- Paso posterior, la cupla con magnaflux y punzonado es colocada en un capacho y es retirada por el mismo operario mediante un autoelevador.

4.8 TERMINACIÓN

Conformación de las líneas

Línea 1: el operario ubica el capacho con cuplas sin fosfatizar al inicio de un conjunto de líneas rodillo paralelas. Posteriormente, descarga las cuplas en unos canastos y una vez llenos, una grúa automática lo lleva a la siguiente línea paralela. Esta es la línea de alimentación a las cubas de fosfatizado. El canasto viaja por la línea hasta ubicarse al comienzo de las cubas. Cuando se descargue un canasto de la línea de fosfatizado, se dará la orden a la grúa de que entre a fosfatizado el canasto en espera.

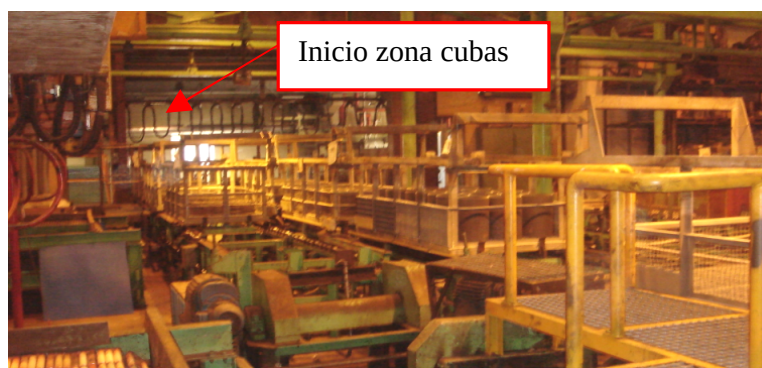


Figura 4.8-1. “Líneas paralelas con canastos” – Foto propia – Año 2008

El canasto con material fosfatizado se coloca en una línea rodillo de salida y viaja hasta una posición paralela a la línea de inicio de pintado.

Mediante una grúa conformada por un plato magnético, se levantan las cuplas y se las colocan en la entrada de pintado. Si no se llega a levantar todas las cuplas, se repite el paso hasta lograr que todas estén depositadas en los rodillos de entrada.

Línea 2: el operario ubica el capacho con cuplas sin fosfatizar al inicio de un conjunto de rodillos paralelos. Descarga las cuplas mediante el empleo del equilift y las posiciona en un bancal inclinado. Este bancal contiene un dispositivo de control no destructivo llamado Foster que trabaja en la detección de fisuras mediante el empleo de corrientes parásitas.

Si las cuplas deben ser inspeccionadas por el Foster, la misma se posiciona sobre unos rodillos que giran sobre su eje. Mientras gira, una sonda viaja paralela a la dirección longitudinal de la cupla y marca en una pantalla el valor medido. Una fisura se mostrará como un valor fuera de especificación.

En el caso de que haya una cupla con una fisura, pasa en forma automática a una mesa donde el operador tratará de arreglarla con una moladora. El recontrol se hace mediante el baño de la cupla con magnaflux. Se conecta los bornes de una batería a la cupla y se inspecciona la misma.

Si no se vuelve a encontrar la fisura, se reinserta la cupla en la línea. A partir de este punto el procedimiento es el mismo que en la línea 1.

Proceso de fosfatizado

El proceso se lleva a cabo mediante la inmersión de los canastos en diferentes cubas, cada una de ellas con una finalidad específica y por un tiempo determinado.

Las etapas son:

1. Desengrase
2. Pickling
3. Activado
4. Fosfatizado
5. Pasivado
6. Post desengrase
7. Secado



Figura 4.8-2. “Zona de Cubas” – Foto propia – Año 2008

4.9 PINTADO

Pintado al igual que fosfatizado, está compuesto por dos líneas que se diferencian por el diámetro de las cuplas.

Las cuplas se posicionan en una vía rodillo que se va estrechando hasta llegar a la entrada de la zona de pintado. Cuando ingresa una cupla, se cierra un tope para no dejar pasar al resto. Este tope se abrirá una vez que se termine de pintar la cupla anterior.



Figura 4.9-1. “Vía rodillo entrada zona pintado” – Foto propia – Año 2008

El dispositivo de pintado consta de dos platos magnéticos y un soplete. Un plato levanta la cupla y gira. Mientras el plato gira, el soplete va pintando la cupla. Al finalizar, la posiciona en otra vía rodillo que hará viajar la cupla por medio de un horno de secado y el otro plato levantará la próxima cupla a pintar.

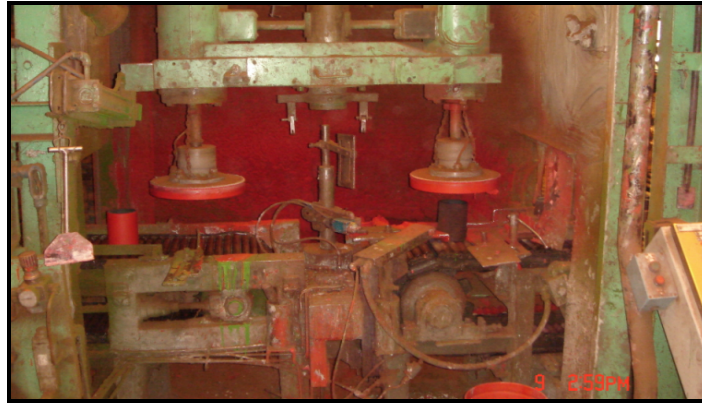


Figura 4.9-2. “Pintado” – Foto propia – Año 2008

Una vez fuera del horno de secado, si la cupla tiene una marca se la deja de lado y se volverá a colocar en la línea de pintado.

Posteriormente se pinta por medio de otro soplete una franja de color indicando el grado de acero según la especificación.

El operario antes de colocar las cuplas en el capacho genera a mano un sello con datos pertinentes de la cupla y lo estampa en cada una de ellas. Una vez terminado, se coloca un nylon por encima del capacho y se identifica el mismo con los últimos tres dígitos del ciclo del producto.

Por último un autoelevador coloca el capacho en el almacén para ser retirado cuando se necesite.



Figura 4.9-3. “Cupla Terminada” – Foto propia – Año 2008



Figura 4.9-4. “Almacén de cuplas terminadas” – Foto propia – Año 2008

4.10 FLUSHING

Todas las roscadoras (menos la PMCD) y las cortadoras están conectadas a un sistema denominado “flushing”.

La emulsión llega por el efecto de la gravedad mediante una pendiente y por un conjunto de bombas, a un ciclón que genera la estanqueidad de la viruta en el centro del mismo. La emulsión se dirige posteriormente a la máquina (*previamente pasada por un filtro de papel*) mediante el empleo de bombas de presión.

Para remover la viruta se utiliza una grúa automatizada que se sumerge en el medio del ciclón y seguidamente coloca la viruta (*tiene un plato magnético en su extremo*) en uno de dos volquetes que son removidos por un camión al estar llenos.

El sistema consta de un conjunto de filtros donde se separan de la emulsión aquellos aceites no deseados (*aceites de máquina*) y cualquier tipo de sólido.

En la PMCD, la viruta no va hacia el flushing debido a que esta maquina se colocó posterior a la construcción del mismo. Por lo tanto la viruta se deposita por medio de un canal en un volquete ubicado en un nivel inferior y se retira el mismo mediante el empleo del puente grúa.

5. MAPEO DEL PROCESO

El proceso comienza físicamente con el ingreso del SECU al galpón. Desde ese momento, se llevan a cabo un conjunto de subprocesos que involucran la participación de 7 áreas diferentes (*Figura 5-1*). El inicio de cada subproceso y la secuencia en la que se llevan a cabo depende del correcto funcionamiento de los primeros subprocesos (Corte – Roscado).

El mapeo del proceso tiene como objetivo identificar los pasos que sigue el producto y cuales son los riesgos asociados a cada uno de estos pasos o subprocesos. Los riesgos de interés son los relacionados a la calidad final del producto y la eficiencia del proceso en general.

Un correcto mapeo implica un entendimiento global del proceso y un primer acercamiento hacia las áreas donde se focalizará el proyecto.

Riesgo de calidad

Hay riesgo de calidad cuando la salida del subproceso contiene parámetros cuyos valores deben estar dentro de cierto rango de tolerancia. Si dicha variable queda fuera del rango, se compromete la funcionalidad de la cupla, poniendo en riesgo a toda la estructura que se desarrollará en el pozo.

Riesgo de eficiencia

Hay riesgo de eficiencia cuando el cumplimiento de la orden programada depende en gran medida del correcto funcionamiento del subproceso en cuestión y/o cuando una parada en el subproceso genera un cuello de botella.

Subprocesos “Riesgosos”

Los riesgos de calidad son comunes a los subprocesos de mecanizado. Las medidas para disminuir una eventualidad son altas y los mecanismos para el control de los parámetros funcionan de manera correcta. Los estándares de descarte a través de los años han disminuido hasta llegar a valores considerados “óptimos” para la tecnología aplicada.

Se ha determinado estadísticamente qué parámetros deben controlarse en cada una de las salidas. Esto, está desarrollado en el IR de cada centro. Un mayor control sobre la calidad llevaría a una inspección de todos los parámetros sobre el 100% de las salidas de cada centro, llevando a una ineficiencia en los tiempos de producción y un aumento en los costos asociados.

La eficiencia del proceso se ve perjudicada debido al incorrecto funcionamiento de dos subprocesos. Estos funcionan como disparador dentro del proceso. Si se genera un error en alguno de estos subprocesos, es común que el mismo se propague aguas abajo hasta llegar a la etapa de terminación.

Hoy en día los subprocesos de corte y roscado son considerados como los más riesgosos en cuanto a la eficiencia del proceso (marcados en rojo en la Figura 5-1) debido a que:

- a) No existe un procedimiento sobre los saldos a cortar.
- b) Se genera una mezcla de los capachos con los manguitos vírgenes en el almacén debido a la diferencia en los tiempos de ciclos entre subprocesos.
- c) No existe un procedimiento para el almacenaje de los capachos.
- d) No existe un procedimiento para la transferencia de datos entre los operadores de los autoelevadores sobre la ubicación de los capachos en el almacén.
- e) No hay conocimiento de los operarios de las roscadoras sobre el programa de producción del día en curso.

Estas situaciones son las que conforman el núcleo técnico del análisis que se realiza en la siguiente parte del proyecto.

Optimización del proceso de fabricación de cuplas

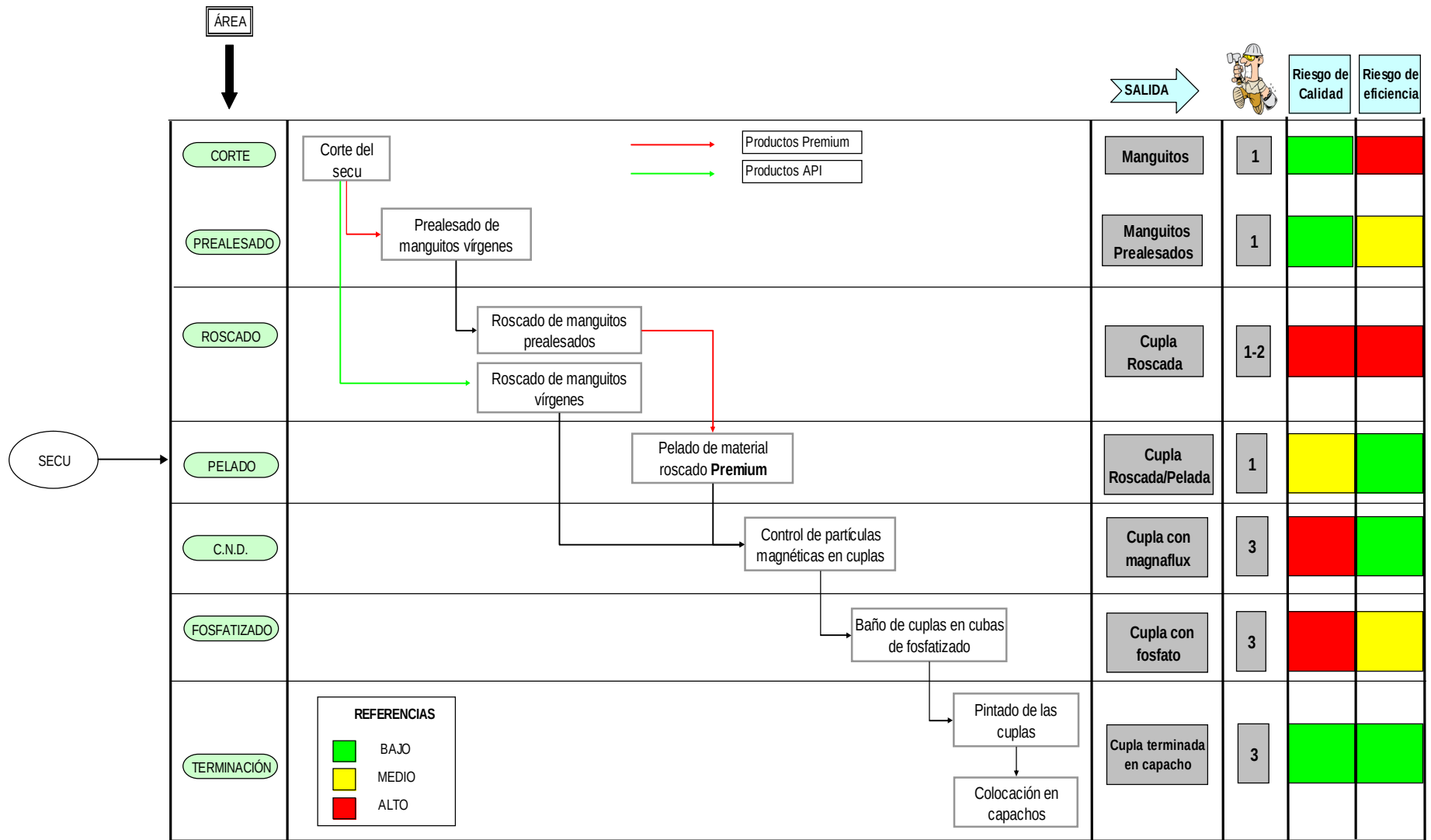


Figura 5-1. “Mapeo proceso FABRICAR CUPLA” – Elaboración propia – Año 2009

6. ESTUDIO DE MÉTODO

PASOS

Los pasos que conforman el presente estudio son:

- **Selección:** el foco de estudio es la gestión del proceso de fabricación de cuplas en FACU. Se limita el estudio al proceso interno de FACU, solamente se mencionan las tareas desarrolladas por sus clientes y proveedores internos.
- **Registro:** registro del proceso de FACU en forma general, tomando en especial consideración información como los tiempos de ciclos, estándares de producción, relación entre centros y trayectoria del material, entre otros. Este registro global sirve para determinar que partes del proceso tienen un mayor impacto sobre la producción y permitir así un estudio más detallado, focalizándose en los mismos.
- **Examinación:** observar (de manera crítica) para los subprocesos focales/críticos, el modo en que se realiza el trabajo, el propósito del mismo, el lugar en que se realiza, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos utilizados.
- **Evaluación:** desarrollar un listado de las posibles variaciones y generar un estudio costo-eficiencia comparando el método actual y el nuevo método.
- **Definición:** decidir cual será el nuevo método a desarrollar o las modificaciones sobre el método actual.
- **Implementación:** incorporar las modificaciones desarrolladas como una práctica normal y formar a todas las personas que han de utilizarlo.⁹
- **Control:** revisar turno a turno la aplicación del nuevo método e implementar procedimientos para evitar una vuelta al uso del método anterior.

⁹ Para el presente trabajo se pudieron implementar algunas de las mejoras desarrolladas mientras que otras tienen el carácter de tentativas y se basa su eficacia en el estudio generado.

6.1 REGISTRO GENERAL

Introducción

Durante un mes recorrí la planta de FACU interiorizándome sobre las actividades que se llevan a cabo en la misma. La naturaleza de cada subproceso es diferente debido a la maquinaria que se utiliza, a los recursos necesarios, a los tiempos asociados y a la capacitación del operador entre tantos aspectos involucrados.

Me focalicé en entender cuales son los aspectos de importancia en cada uno de los subprocesos y la contribución de cada tarea para la calidad y funcionalidad del producto final.

Aspectos técnicos como los siguientes se tomaron como dato y no sufrirán modificaciones:

- tipo de insertos que se utilizan en las roscadoras/tornos,
- lenguajes utilizados para el desarrollo de los programas de roscado,
- composición química de los fluidos utilizados en el fosfatizado,
- máquinas que actualmente se encuentran en FACU,
- layout de FACU,
- Cantidad de recursos humanos, etc.

Se tomo como relevante para esta primer instancia los siguientes datos:

- tiempos de ciclos,
- tiempos de cambio de medida,
- cantidad de piezas promedio producidas,
- posibles cuellos de botellas,
- generación de stocks.

Para completar la información, realicé el seguimiento de la producción de 91 expedientes para obtener datos referidos a los desvíos y descartes.

Visión Global

La *Figura 6.1-5* muestra el flujo de material que existe entre los subprocesos de FACU al igual que algunas conclusiones obtenidas del registro global del proceso.

Se determina que los subprocesos más críticos en cuanto a la calidad del producto y eficiencia del proceso en general, son los de corte y roscado (como se había adelantado en el Diagnóstico).

Conclusiones obtenidas del registro general del proceso

I_ Descartes

A partir del seguimiento de los expedientes (*Anexo2-4*) se observa que estos dos subprocesos tienen la mayor contribución de descartes.

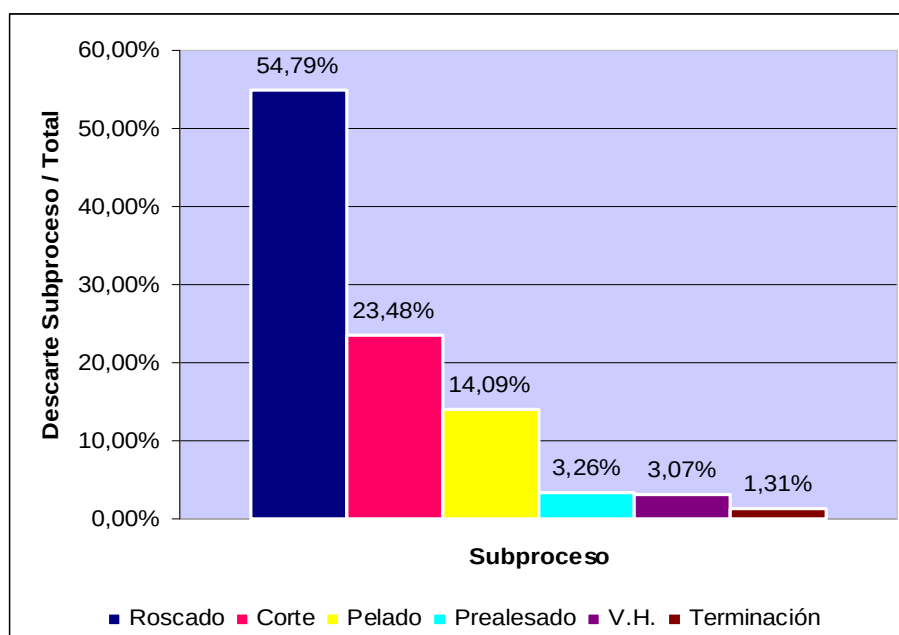


Figura 6.1-1. "Pareto Descartes Premium" – Elaboración propia en base a datos de producción – Octubre 2008

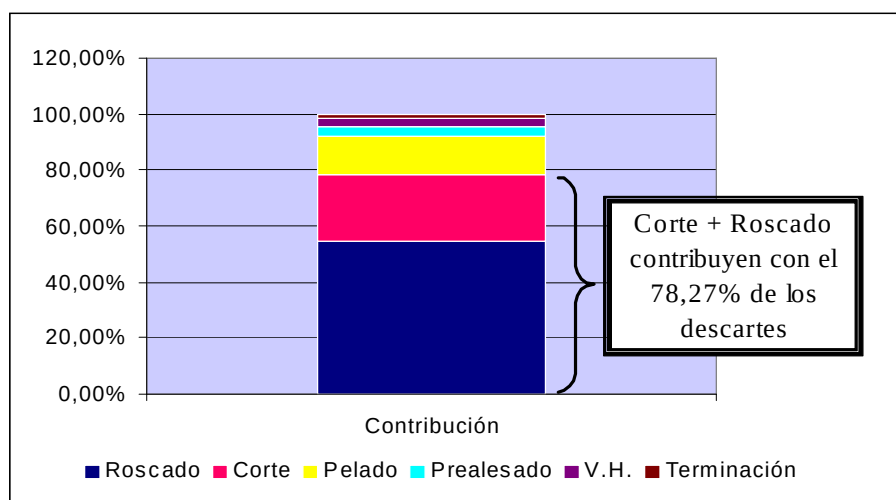


Figura 6.1-2. "Contribución descartes Premium" – Elaboración propia en base a datos de producción – Octubre 2008

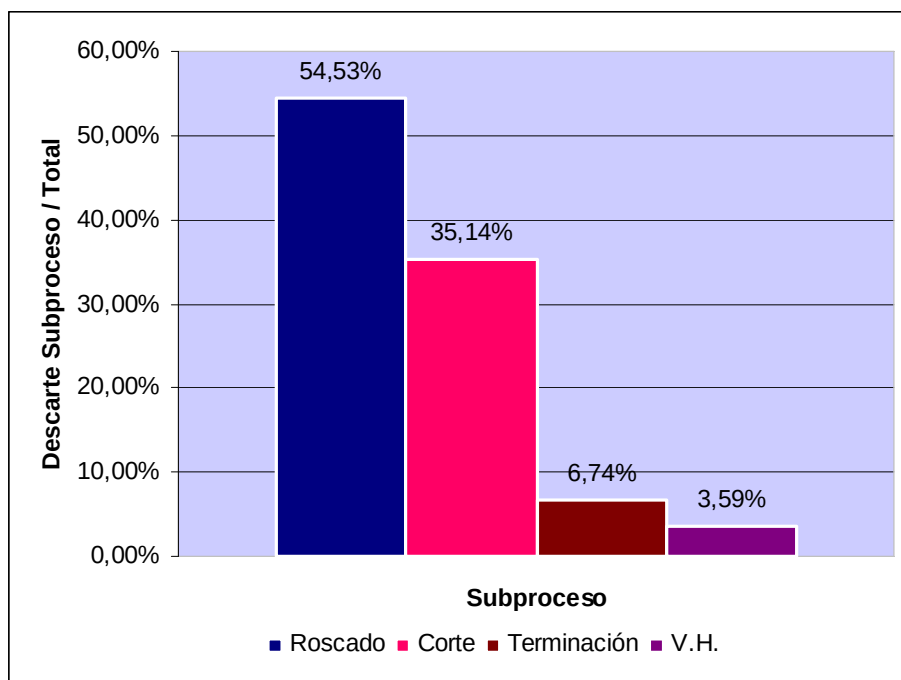


Figura 6.1-3. “Pareto Descartes API” – Elaboración propia en base a datos de producción – Octubre 2008

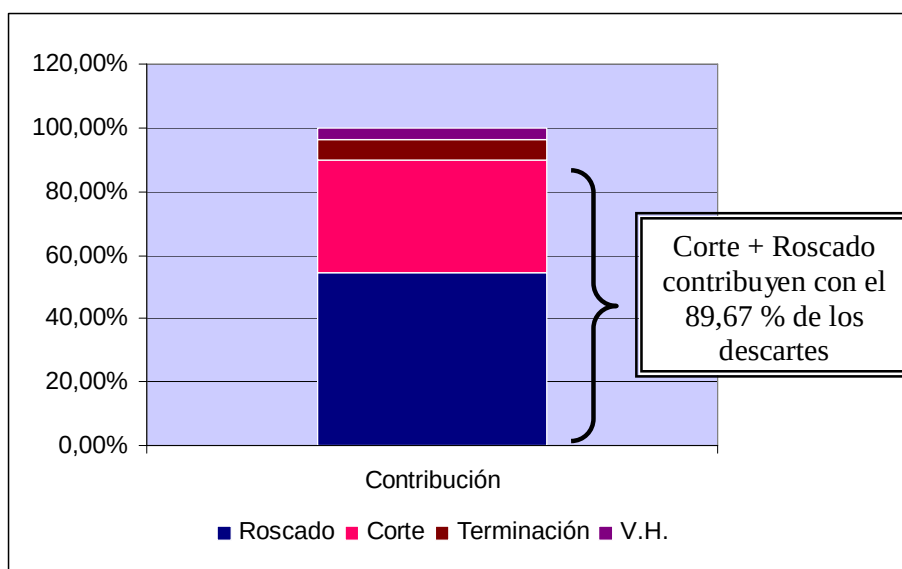


Figura 6.1-4. “Contribución Descartes API”- Elaboración propia en base a datos de producción – Octubre 2008

II_ Cambios de medida

Estos subprocesos requieren de los tiempos más altos asociados a los cambios de medida. En corte y en roscado API, se debe a los cambios de herramental y en el roscado Premium mayoritariamente a las acciones que se llevan a cabo en la puesta a punto.

Se dificulta la realización de estudios de tiempos sobre esta actividad debido a las complicaciones que surgen en el momento. Siendo los tiempos que aparecen en el diagrama aquellos en donde no se encontró ninguna complicación y los operadores tuvieron en tiempo y forma el herramental y las herramientas.

III_ Manguitos cortados

La cantidad de manguitos cortados determina el material que se dispone como materia prima para el resto del proceso, por lo que la producción de este subproceso debe estar fuertemente controlada.

Si se corta por debajo de lo programado, se puede ocasionar un incumplimiento de la orden en tiempo. Esto podría ocasionar desde una queja del cliente, hasta una multa por retraso.

Caso contrario, si se corta por encima de lo programado, se está generando un excedente que debe ser procesado. Si el mismo no se logra utilizar para otra orden del mismo u otro cliente, se tendrá que declarar como chatarra.

IV_ Tiempo de ciclo

Los tiempos de ciclos entre los centros de corte y de roscado son diferentes y es entre estos dos subprocesos donde se genera la mayor cantidad de stock de material en espera.

El tamaño de estos stocks dependerá de las características del material y del centro de corte que provenga y al centro de roscado que se dirija.

Optimización del proceso de fabricación de cuplas

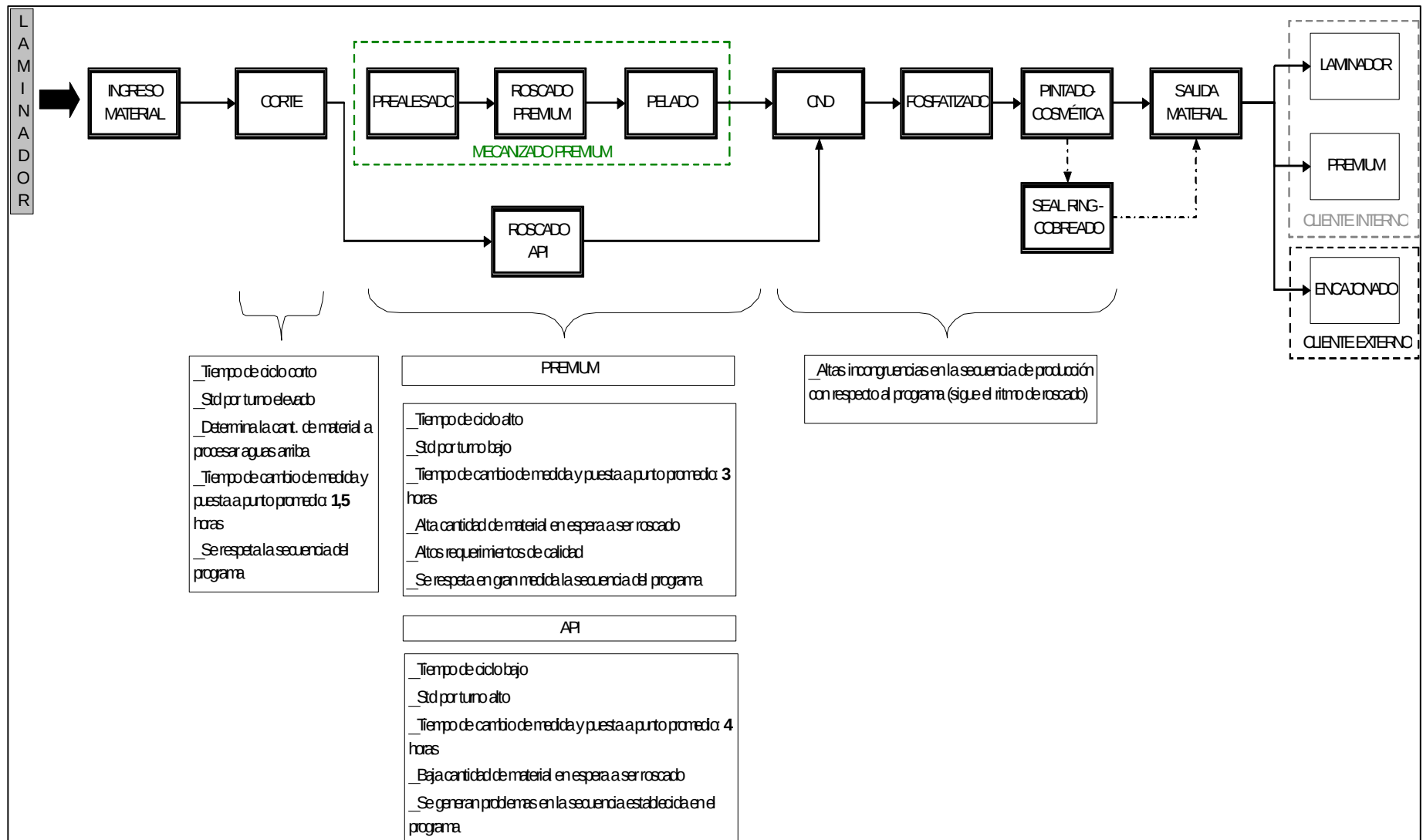


Figura 6.1-5. “Flujo general Proceso FACU” – Elaboración propia – Diciembre 2008

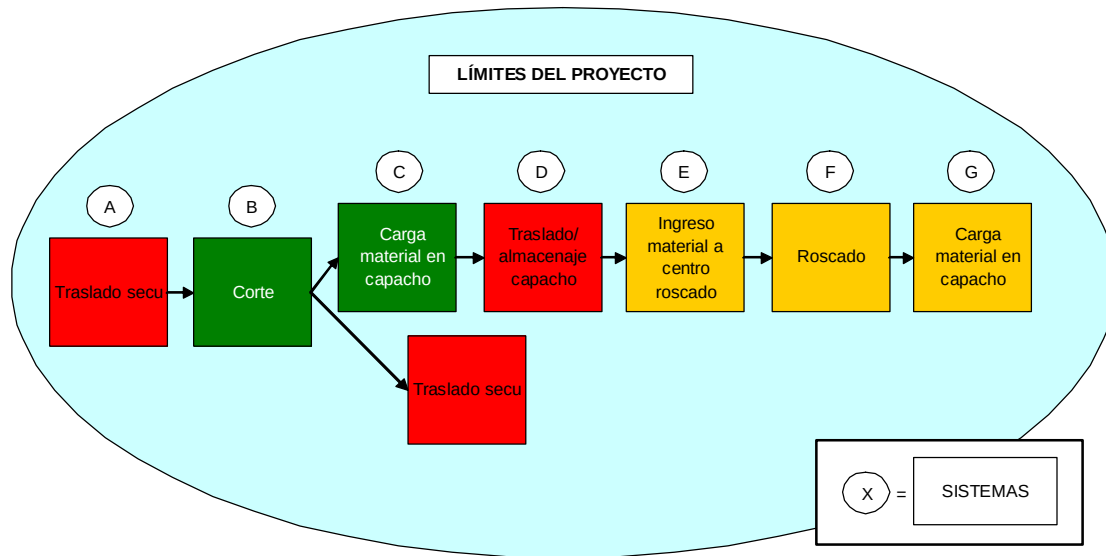
Sistemas involucrados en el Proyecto

Figura 6.1-6.: “Sistemas involucrados en el proyecto” – Elaboración propia – Mayo 2009

Como resultado del registro general realizado, se limita el proyecto entre los subprocesos de corte y roscado. Este límite encierra un conjunto de sistemas (A-G) definidos por los siguientes elementos:

- Maquinaria: toda máquina y sus componentes.
- Recursos humanos: personas involucradas en la operación ya sea de manera directa o indirecta.
- Documentos: todo tipo de documentación necesaria para realizar un registro o para la obtención de información pertinente.
- Infraestructura: construcciones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.
- Herramientas: elementos de control, medición, limpieza, seguridad.
- Material: objeto que se trasladará a través de los diferentes sistemas sufriendo modificaciones físicas.
- Sistemas informáticos: todo sistema/aplicación online.

Algunos de estos elementos son propios de un sistema mientras que otros forman parte en menor o mayor medida de varios sistemas vecinos. Los siguientes cuadros muestran a que sistema/s pertenece cada uno de los elementos, así como las fotos de algunos de ellos.

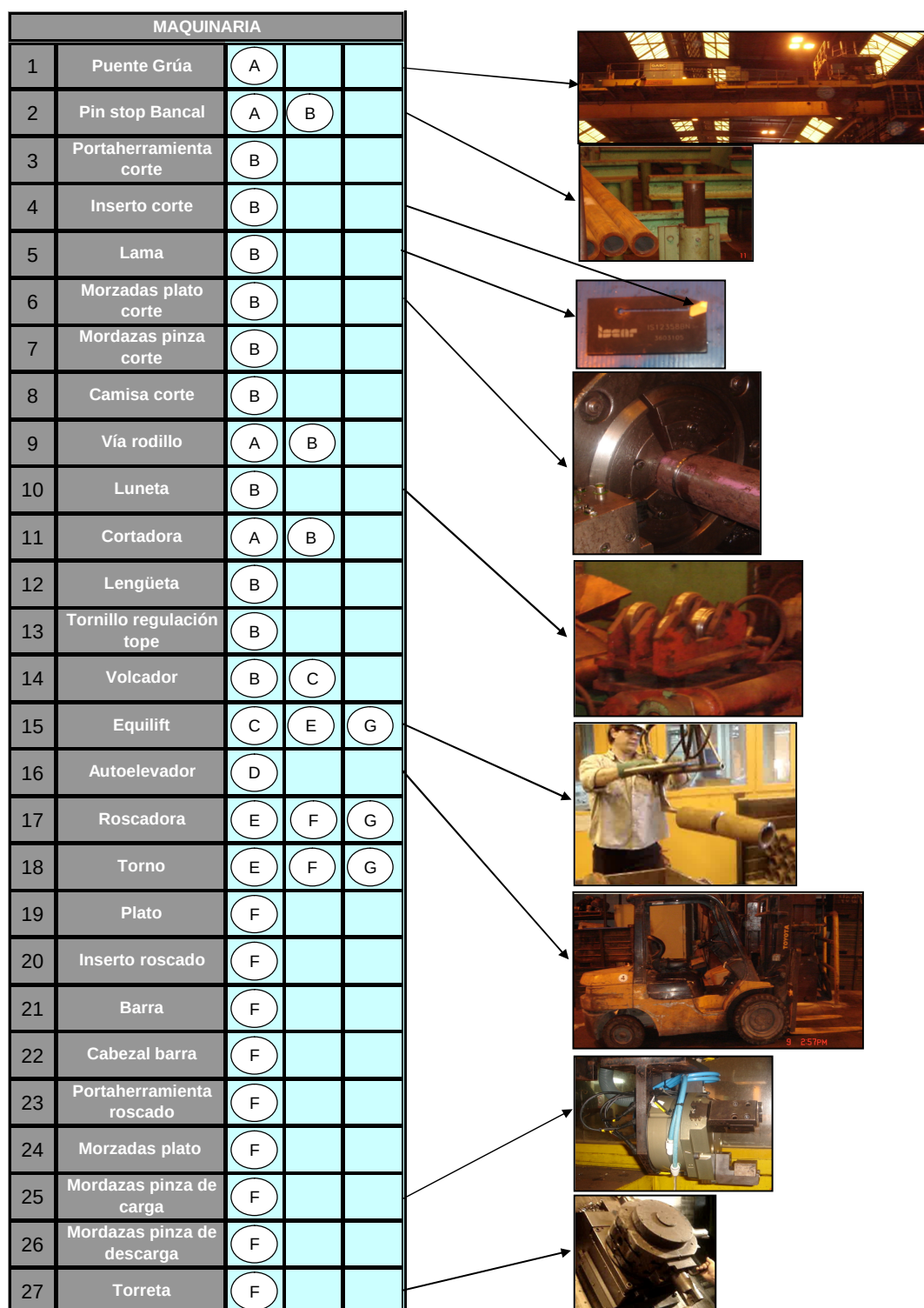


Figura 6.1-7. “Maquinaria – Sistemas” – Elaboración propia – Mayo 2009

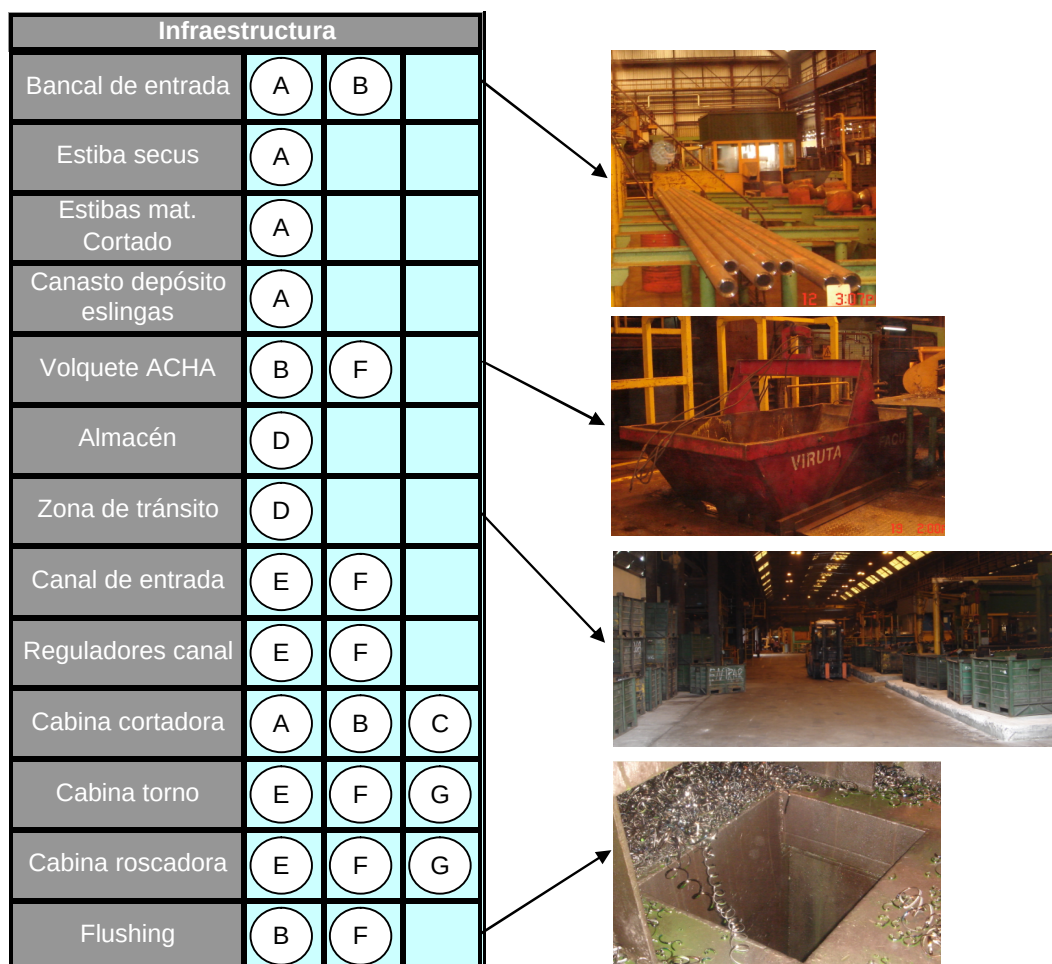


Figura 6.1-8. “Infraestructura – Sistemas” – Elaboración propia – Mayo 2009

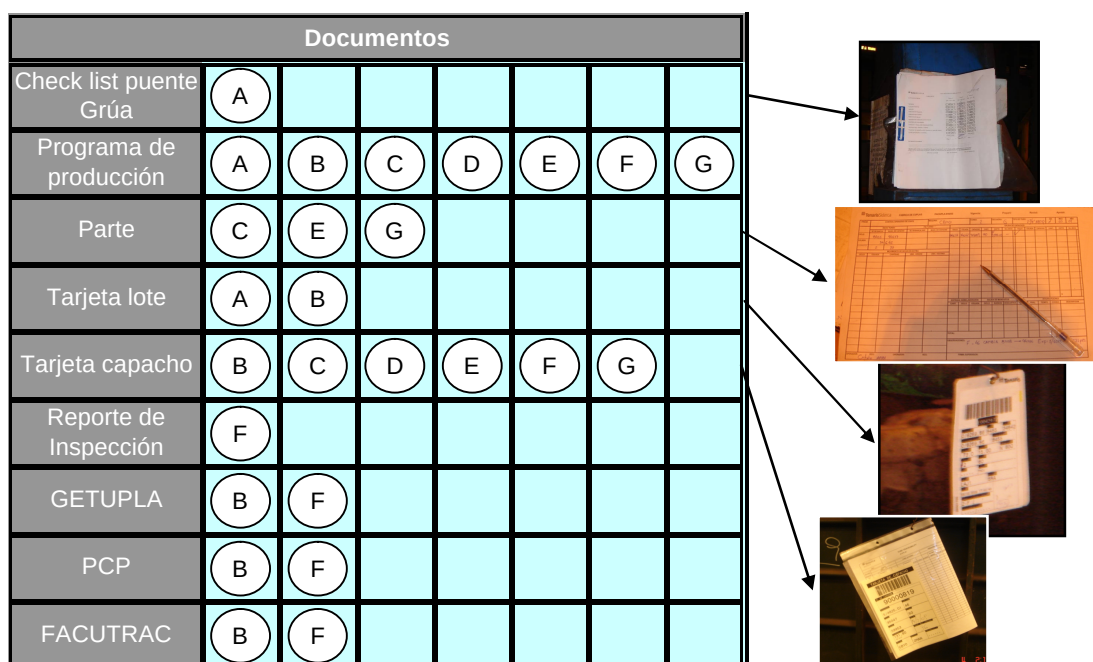


Figura 6.1-9. “Documentos – Sistemas” – Elaboración propia – Mayo 2009

Recursos Humanos							
Relevo corte	A	B	C				
Operador Cortadora	A	B	C				
Operador Autoelevador	D						
Programador	A	B	C	D	E	F	G
Jefe de turno	A	B	C	D	E	F	G
Delegado	A	B	C	D	E	F	G
Mejorador de Proceso corte	B						
Operador roscadora	E	F	G				
Operador Torno	E	F	G				
Pañolero	B	F					
Mejorador de Proceso roscado	F						

Figura 6.1-10. “Recursos Humanos – Sistemas” – Elaboración propia – Mayo 2009

Sist. Informáticos							
Aplicación cortadora	B	C					
Gestión de Producción	A	B	C	D	E	F	G
Traceability	C	F	G				
Aplicación roscadora	E	F	G				
Aplicación torno	E	F	G				
PC control numérico	F						

Figura 6.1-11. “Sist. Informáticos – Sistemas” – Elaboración propia – Mayo 2009

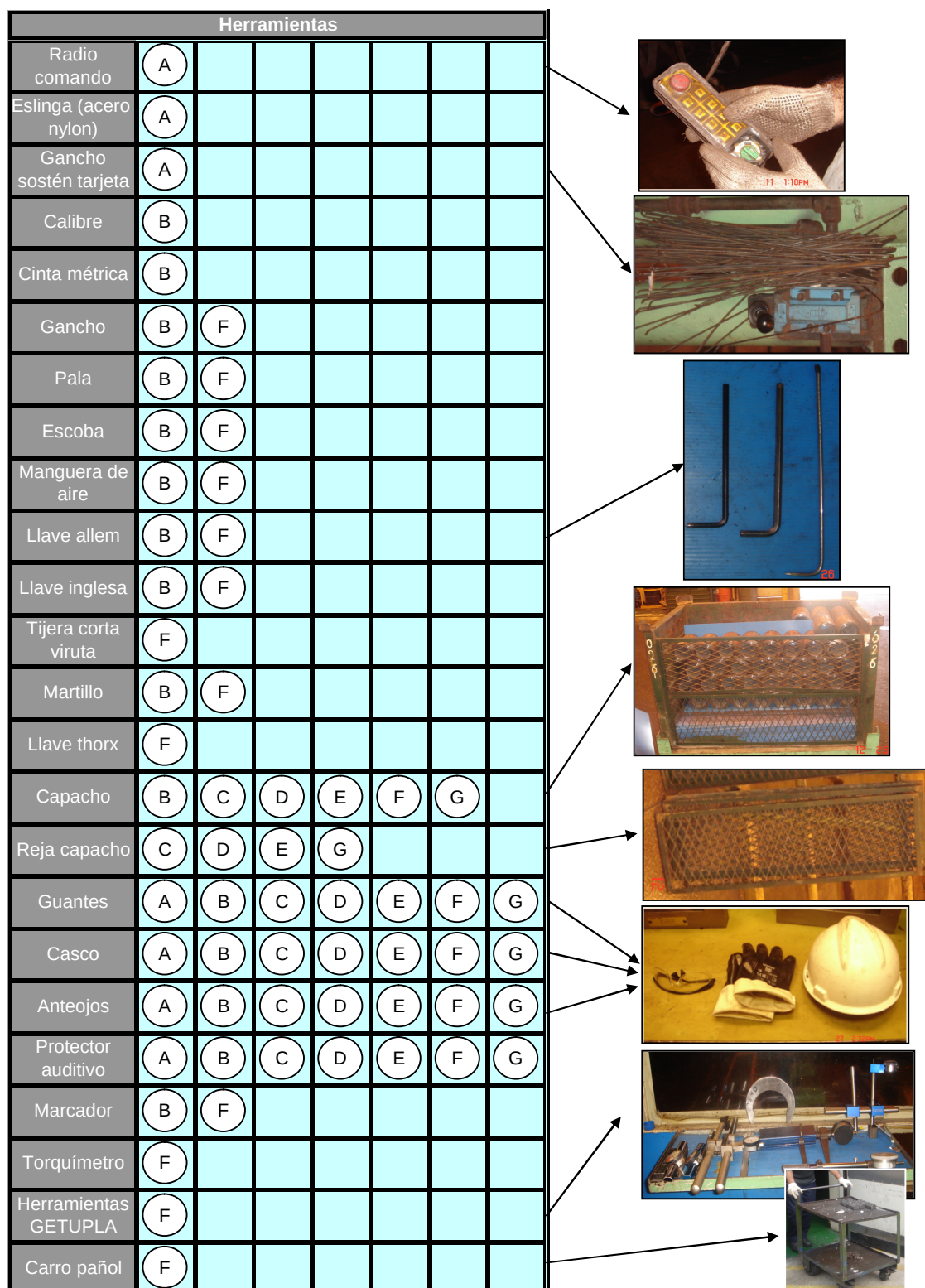


Figura 6.1-12. “Herramientas – Sistemas” – Elaboración propia – Mayo 2009

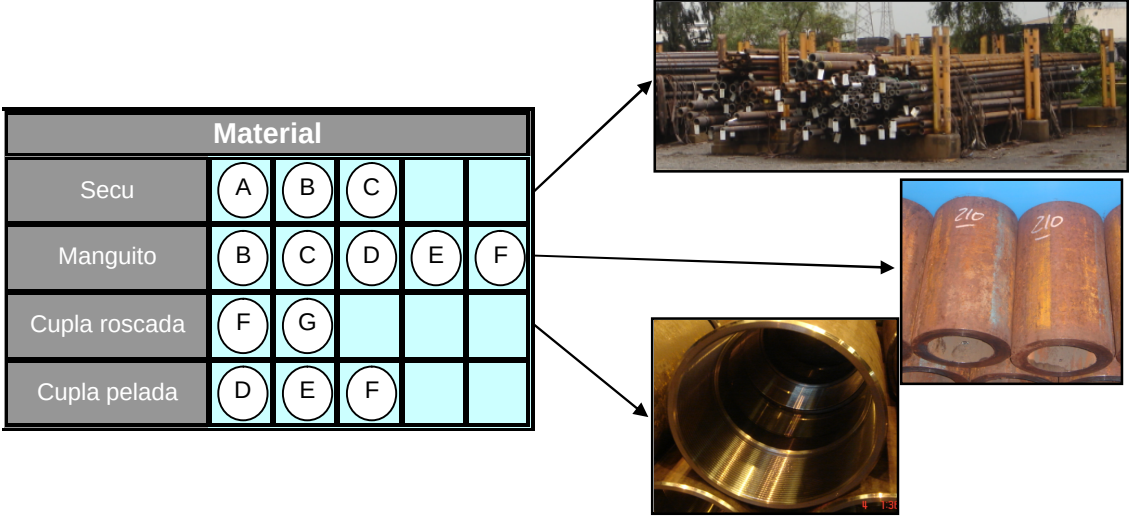


Figura 6.1-13. “Material – Sistemas” – Elaboración propia – Mayo 2009

6.1.1 REGISTRO CORTE

Visión Centralizada

El siguiente flujograma muestra las tareas operativas del subproceso de corte. Se toma como punto de partida, el comienzo de un expediente. Esto significa que la máquina estuvo trabajando cierto expediente, finalizó con la cantidad programada y debe continuar con el siguiente expediente programado que puede ser de iguales características que el anterior o no.

La finalidad de este diagrama es resumir cuales son los pasos que se llevan a cabo así como algunas consideraciones que se deben tener en el momento de desarrollar la tarea.

Aquellas acciones relevantes para el proyecto que involucren un conjunto de pasos (Procedimiento) serán desarrolladas con más detalle.

Optimización del proceso de fabricación de cuplas

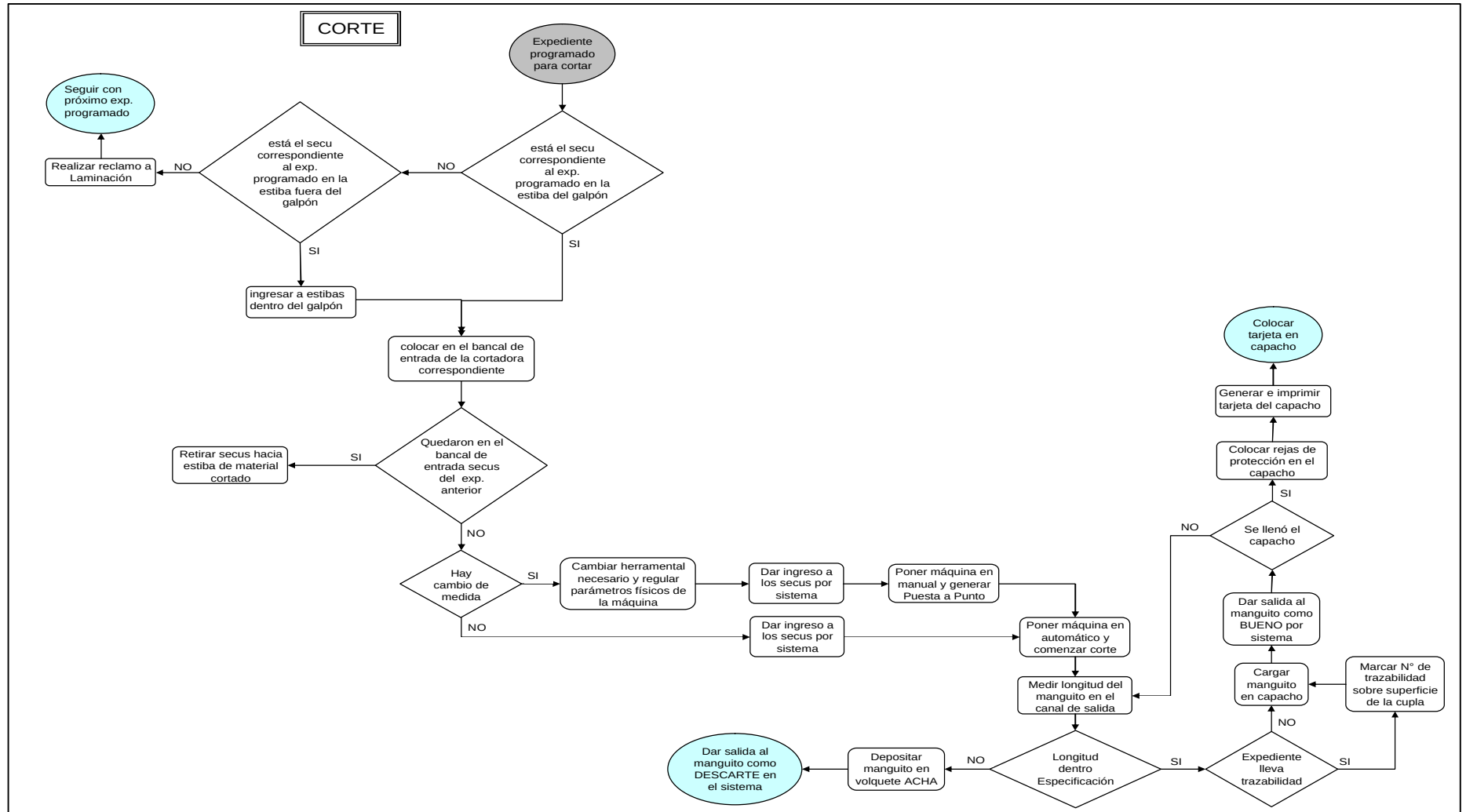


Figura 6.1.1-1. “Subproceso de corte” – Elaboración propia – Diciembre 2008

Procedimientos de movimentación de SECUS

Colocar SECU en el
bancal de entrada de la
cortadora
correspondiente

1. Trasladar el puente grúa de la nave 1 hacia la estiba correspondiente
2. Descender la travesa del puente grúa hasta medio metro por encima del lote
3. Eslingar el lote en los ganchos de la travesa
4. Izar la lingada hasta la altura correcta de transporte
5. Trasladar la lingada hacia el bancal de entrada de la cortadora correspondiente, haciendo sonar la sirena continuamente (respetar el recorrido específico para el puente grúa)
6. Descender el lote sobre el bancal de entrada
7. Posicionar el lote sobre el bancal de entrada hasta que las eslingas queden “flojas” y los tubos se acomoden sobre el bancal
8. Retirar las eslingas de los ganchos
9. Retirar la tarjeta de lote ubicada en uno de los tubos
10. Retirar la eslinga del lote y posicionar sobre canasto correspondiente (ubicado al costado del bancal de entrada)
11. Entregar tarjeta de lote al operador de la cortadora

Retirar SECUS
hacia estiba de
material cortado

1. Trasladar el puente grúa de la nave 1 hacia el bancal de entrada de la cortadora correspondiente
2. Retirar un par de eslingas del canasto y trasladar al bancal de entrada de la cortadora correspondiente
3. Descender travesa y posicionar a medio metro por encima de los tubos

4. Pasar la primer eslinga alrededor de los tubos (en “U”) a una distancia segura del extremo del conjunto y colocar en el gancho; realizar la misma operación con la otra eslinga.
5. Colocar la tarjeta del conjunto de tubos en un SECU
6. Retirarse de la zona
7. Izar los tubos hacia una distancia segura
8. Trasladar los tubos hacia la estiba de material cortado haciendo sonar la sirena continuamente (respetar el recorrido específico para del puente grúa)
9. Posicionar los tubos sobre el material previamente estibado hasta que las eslingas se encuentren “flojas” y se hayan acomodado los tubos.
10. Retirar las eslingas de los ganchos
11. Izar la travesa hasta el tope

Los procedimientos descriptos hasta el momento están referidos a la movilización de los SECUS mediante el empleo del puente grúa. Para entender con mayor profundidad la tarea, se detallan los aspectos más importantes a considerar.

Aspectos de Importancia

I_ Características lingadas

Las lingadas que ingresan a las estibas están conformadas por una cantidad de tubos cuyo peso total no debe superar la capacidad máxima del puente grúa de la nave 1 (7,5 Ton.).

La modalidad de lingada es la que se conoce como eslinga suelta, donde una vez que los tubos se posicionan en la estiba, esta permanece por debajo del conjunto y se utilizará para trasladar los mismos hacia las cortadoras.

Dependiendo del peso total de la lingada, se utiliza eslingas de acero o de nylon. La conformación de cada una la desarrolla los clientes internos de FACU (LACO1 y 2).

Los laminadores tienen determinado previamente, según un estudio realizado, cual es la cantidad de tubos máximos por tipo de producto que conformarán una lingada. Un peso superior a lo permitido lleva a dos situaciones no deseadas.

- A. Si los SECUS se necesitan en forma urgente, se deberá realizar la separación de la lingada en las estibas de la playa externa, generando un impacto sobre la producción y un retraso sobre el cumplimiento del programa.
- B. Si los SECUS no se necesitan en forma urgente, se devolverán al proveedor correspondiente, quienes deberán realizar la separación. El tiempo que les tome separar los SECUS, implica una pérdida de tiempo en la conformación de otras lingadas.

II_ Características estibas interior

Las estibas se componen de un conjunto de columnas de acero sobre una base de hormigón armado que conforma una especie de cuna donde se depositan los tubos. En la parte superior de las columnas se marca con pintura de color rojo la altura máxima hasta donde se puede estibar por cuestiones de seguridad.

En total hay 6 estibas. Cada una de ellas es utilizada por una cortadora en particular (exceptuando las CPMC y CPM2) debido a:

- 1. Si se ubican SECUS para dos cortadoras diferentes en la misma estiba, es posible que se necesite el SECU que está debajo antes del que está arriba. Esto generaría una parada en una cortadora.
- 2. Si se produjo un error al ingresar los SECUS y se estibarón en diferente orden, se llevará a cabo el corte del expediente programado que se ubique por encima hasta llegar al primer expediente programado y de esta manera no se parará la cortadora.

Al costado de la CPMC se encuentra otra estiba de similares características que las restantes. La misma se utiliza para estibar aquellos tubos que se retiran del bancal de entrada de las cortadoras debido a que ya se ha cumplido con la cantidad programada.

Los tubos que se colocan en esta estiba son independientes de la cortadora de donde provengan y de las características de los mismos. Se genera el llenado de la estiba hasta que se supere la altura permisible y se retiran hacia la playa externa. También se puede efectuar el vaciado de la estiba cuando no se utilice el puente grúa para otras funciones.

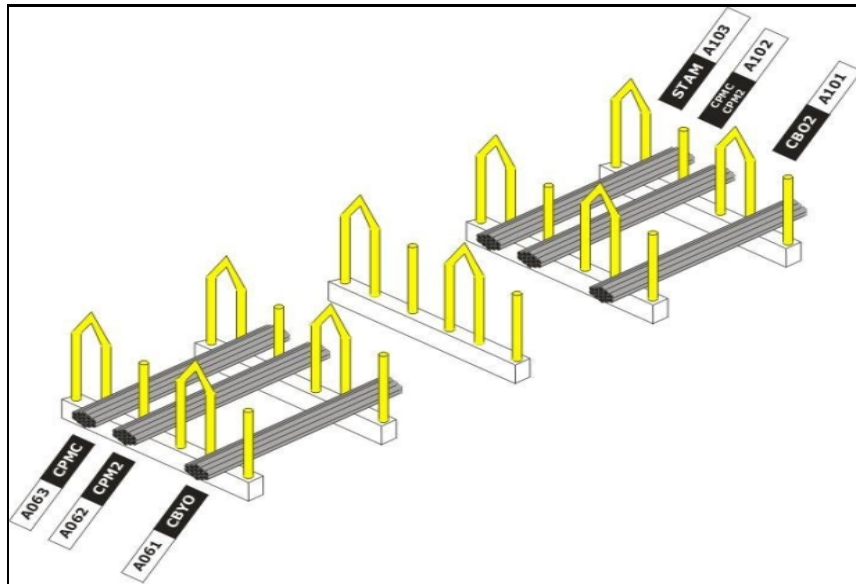


Figura 6.1.1-2. “Estibas interior galpón” – Extraído del site de FACU en la intranet – Año 2008



Figura 6.1.1-3. “Retiro lingada de estiba A063 con puente grúa” – Foto propia – Año 2008

III_ Utilización del puente grúa

El puente grúa de la nave 1 consiste en una travesa con 5 ganchos. Uno central y 2 más a cada lado. Dada la naturaleza de la carga, se debe izar una lingada por vez aunque el peso permita una mayor cantidad.

Se utiliza para dos funciones más, además de la carga y descarga de SECUS:

- Retirar los volquetes de ACHA (seis en total) donde se depositan los descartes generados por las cortadoras y la roscadora PM16.

- Realizar movimientos de herramental pesado debido a que el taller de mantenimiento se ubica sobre el final de la nave 1.

Esta situación lleva a que tiene que haber una comunicación continua entre:

- los operadores de las cortadoras
- los operadores de la roscadora PM16
- el relevo de corte (encargado de la carga y descarga de secus)
- el personal de mantenimiento.

IV_ Manejo del puente grúa

El puente grúa se direcciona mediante el empleo de un radio comando.

- 1) El operador que sujeta las eslingas a los ganchos es el mismo que opera el puente grúa.
- 2) Se hace sonar la sirena de manera intermitente para alertar que se está produciendo un movimiento de carga suspendida.
- 3) Se mantiene contacto visual con la lingada en todo momento.
- 4) Si es la primera vez que se utiliza el puente grúa en el turno, el operador debe desarrollar el checklist. Si algún ítem del checklist da negativo, se debe dar aviso de inmediato a mantenimiento.

La operación de carga y descarga de los SECUS la realiza el relevo de corte. Es la única persona en el sector que tiene en su poder el programa de producción y conoce cual es la secuencia de los expedientes programados para el turno.



Figura 6.1.1-4. “Control remoto del puente grúa” – Foto propia – Año 2008

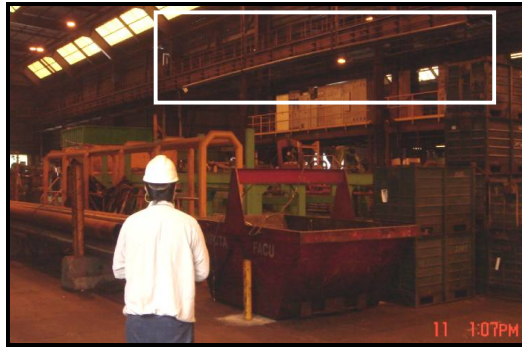


Figura 6.1.1-5. “Operación puente grúa”- Foto propia – Año 2008

Procedimientos de cambio de medida

Cambiar herramental
necesario y regular
parámetros físicos de
la máquina

-
1. Cambiar mordazas del plato
 2. Cambiar mordazas de la pinza de carga
 3. Cambiar porta
 4. Cambiar lama
 5. Cambiar inserto
 6. Cambiar camisa centradora
 7. Regular vía rodillo
 8. Regular luneta
 9. Regular tope
 10. Regular lengüeta

Poner máquina en
manual y generar
Puesta a Punto

1. Realizar en el pupitre de la máquina, los pasos necesarios para poner la misma en modo manual.
2. Generar el corte de un manguito
3. Parar la maquina al finalizar el corte y bloquear la misma
4. Retirar el manguito cortado
5. Medir la longitud de corte del manguito
6. Realizar las correcciones necesarias sobre la distancia del tope
7. Desbloquear la máquina y realizar en el pupitre, los pasos necesarios para poner la misma en modo manual
8. Generar el corte de un manguito
9. Parar la máquina al finalizar el corte y bloquear la misma
10. Retirar el manguito cortado
11. Medir la longitud de corte del manguito
12. Realizar las correcciones necesarias sobre el tope, en caso que no sea necesario, realizar en el pupitre, los pasos necesarios para poner la misma en automático.
13. Variar los parámetros de la máquina (velocidad de avance, velocidad de giro del husillo, etc.) según el producto que se esté cortando.

Inicio del turno

Cálculo de saldos a cortar

Existe un momento muy importante en este subproceso que es el inicio del turno. En ese momento, el operador se hace cargo de la máquina y la misma continua cortando el expediente que estaba cortando al finalizar el turno anterior.

Lo que resta por cortar de dicho expediente se conoce como “saldo” y el cálculo del mismo se determina de la siguiente manera.

Al comienzo del turno el relevo y el Jefe de turno:

- Verifican la producción por máquina del turno saliente que figura en el sistema como **buena**.
- Se resta dicha cantidad a la **producción programada**. El saldo resultante es lo que se debe cortar en el turno que se inicia.
- Se notifica el saldo a cortar en la planilla de parte de la máquina (*Figura 6.1.1-6*).
- De generarse un cambio de producto a corto plazo, se escribe el expediente del SECU que se debe ingresar a la cortadora y el expediente de la cupla correspondiente (*Figura 6.1.1-6*).

Esta información es la única que tiene el operador de la máquina al iniciar el turno. Este, corta la cantidad de manguitos que se le informó y lleva el conteo del saldo actualizado de manera individual y personal (sin ayuda de un sistema).

Figura 6.1.1-6. “Parte cortadora CBYO” – Foto propia – Año 2008

Programa

Habiendo hecho referencia a la producción programada, es necesario en este punto mencionar como se genera el programa de producción de FACU y cuales son las características del mismo.

El programa de producción consta de 4 programas separados:

- Corte (*Anexo 5*)
- Roscado
- Pelado
- Terminación

El contenido en cada hoja es similar, siendo los datos más importantes:

- la cantidad a producir
- la máquina
- el número de ciclo de la cupla (*mediante este número el operador podrá visualizar la especificaciones del producto en el sistema*)
- el número de ciclo del SECU (*solo aparece en el programa de corte*)
- el diámetro del producto
- el número de expediente de cupla, entre otros

La conformación del programa la lleva a cabo el programador, quien debe tener una clara visión de la actividad de la fábrica en su totalidad. Debe saber de antemano cuales van a ser los expedientes que se fabricarán en los próximos días para mantener la utilización de las máquinas en el mayor valor posible.

Cada mañana realiza el cálculo de las cantidades producidas por máquina en el día pasado en relación a lo que estaba programado y determina el saldo para el día en cuestión. El programa diario recién está disponible y terminado alrededor de las 14:00 Hs. (turno 2) y las cantidades que figuran en el mismo son aquellas que deben hacer los tres turnos del día.

Se imprime el programa y se entrega a las siguientes personas:

- Director de FACU y sus colaboradores directo
- Jefe de Turno (*el mismo quedará en la oficina del Jefe de Turno*)
- Operador de auto elevador (*un programa por operador*)
- Relevo de corte (*el programa pasa de relevo en relevo en el cambio de turno*)
- Operador Magnaflux (*el programa queda en el pupitre de la máquina*)

Variaciones con respecto al programa

Conociendo la conformación del programa de producción y el alcance del mismo, realicé un seguimiento de la producción día a día para poder obtener información con respecto a las variaciones (real vs. programado).

Cada SECU tiene asignado un número de tramos que representa el promedio de manguitos que se pueden obtener y permite el cálculo aproximado de la cantidad de SECUS necesarios para cumplir con el expediente programado. Este valor proviene de un estudio efectuado por INDU (Ingeniería Industrial) tomando longitudes promedio de cada ciclo y estándares de descarte para cada máquina.

FACU utiliza ese parámetro para el control de los excedentes de corte, teniendo como reglamento interno que se puede exceder en el corte hasta esa cantidad de tramos, cualquier exceso se considera un desvío.

Exc/tramos	Casos	%
0 - 5	35	3,9%
5 - 10	41	4,5%
10 - 15	30	3,3%
15 - 20	26	2,9%
20 - 25	25	2,8%
25 - 30	30	3,3%
30 - 35	31	3,4%
35 - 40	26	2,9%
40 - 45	23	2,5%
45 - 50	22	2,4%
> 50	193	21,3%
0	176	19,4%
< 0	247	27,3%
> 100	47	5,2%

Tabla 6.1.1-1. “Excedentes corte”- Elaboración propia en base a datos de producción – Año 2008

Columna 1: manguitos cortados excedentes sobre cantidad de tramos en el SECU

Columna 2: de un total de 905 expedientes programados para corte (agosto a diciembre del 2008), cantidad de casos por rango de excedente.

Columna 3: valor porcentual de cada rango sobre el total.

Por cuestiones de seguridad no se trasladan tubos ya cortados en el puente grúa debido a la posibilidad a que las eslingas se resbalen y se caiga la carga.

Material cortado

El cliente, al momento de realizar una orden de compra, ordena una cantidad de tubos y comunica que está dispuesto a pagar cierto porcentaje por encima de esa cantidad y por debajo. La cantidad programada por FACU está dirigida a lo que pide el cliente, más ese porcentaje. Esto quiere decir que cualquier excedente generado sobre lo programado, no será aceptado por el cliente.

Todo manguito resultante del corte de un SECU, sigue el proceso de fabricación aguas arriba. Si se genera un excedente de corte, se trata de extornar (cambiar el expediente) el producto. La posibilidad de extornar un expediente por otro depende del cliente. Los expedientes que requieren de TPI¹⁰ raramente se logran extornar.

Si no se puede extornar, las cuplas terminadas pasan a conformar parte de la chatarra que servirá como materia prima para la acería.

¹⁰ Third Party Inspection: compañía contratada por el cliente para que supervise toda la producción de su orden o los subprocesos que el cliente considere importante.

6.1.2 REGISTRO ROSCADO

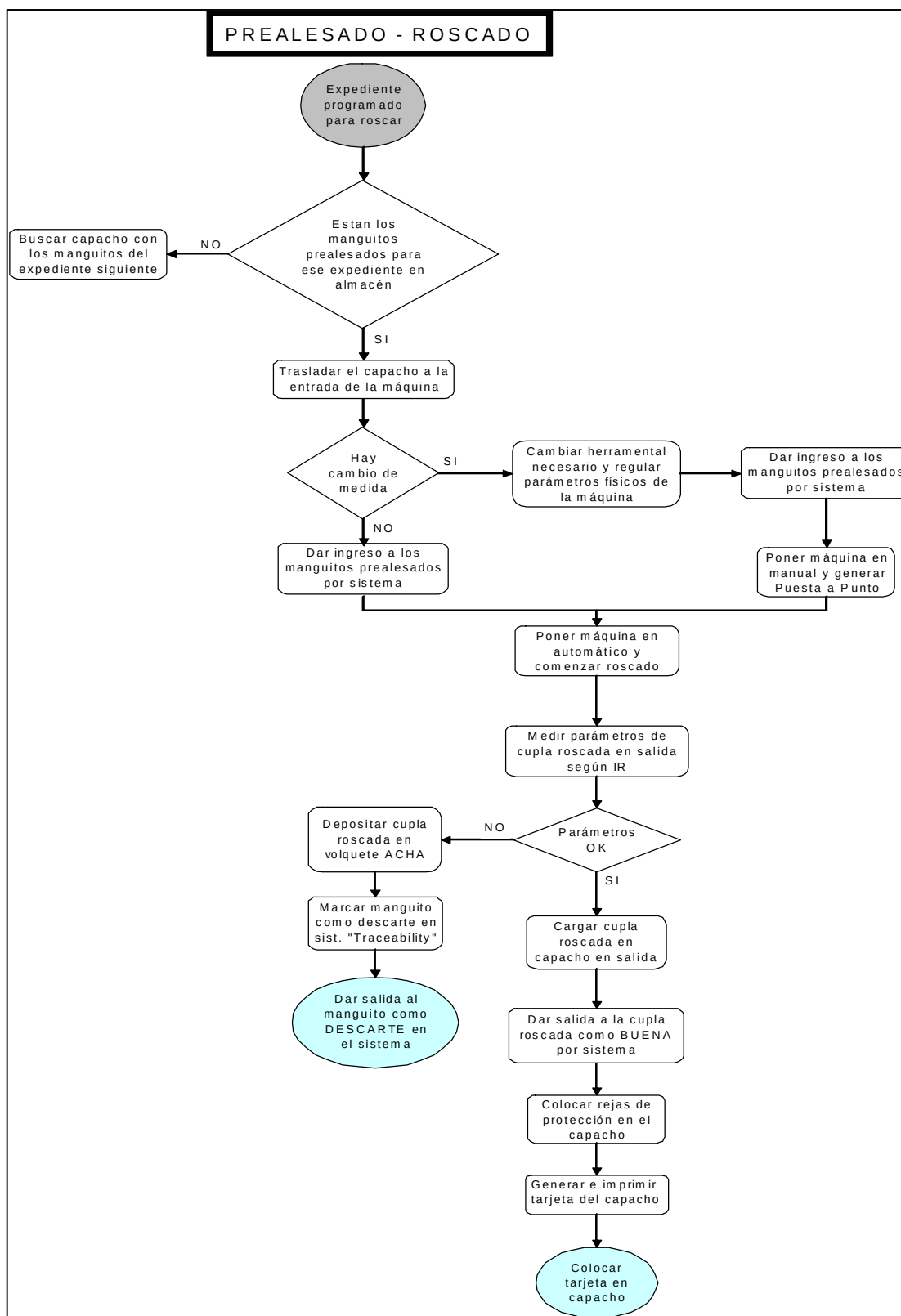


Figura 6.1.2-1. "Operación de Roscado API-Premium" – Elaboración propia – Diciembre 2008

Tiempos de ciclo

En el subproceso de roscado se pudo observar durante el mes de registro, que el problema recae en la acumulación de los capachos en el almacén con material en curso. Se tomó como base de un primer análisis que el problema recae en la diferencia de los tiempos de ciclo con respecto al corte (*Tabla 6.1.2-1*).

Esta situación tiene dos aspectos de importancia:

1. Si se llegan a mezclar en el almacén capachos de diferente expediente, se pierde mucho tiempo buscando el capacho con el material necesario. Esta búsqueda la realiza el operador del auto elevador a pie y a veces no tiene éxito.
2. Como se informó anteriormente, un cambio de medida en una roscadora/torno promedia las 4 horas. Si se cambia de medida por no encontrar el material correspondiente, no se volverá a realizar otro en el corto plazo (para disminuir el tiempo muerto y aumentar así la utilización) por lo que no se podrá cumplir en tiempo y forma con lo programado

Hoja de ruta

Si bien solo existe un caso donde la cortadora está en línea con la roscadora (CBO2-PMC7) desarrollándose el flujo de una pieza, se trata de mantener una relación entre cada cortadora y roscadora para facilitar la operación en la planta

No existen hojas de ruta específicas para cada producto, sino que la decisión sobre las máquinas a utilizar proviene directamente de programación con consenso previo de la jefatura.

Cada maquina está diseñada y/o tiene el herramental necesario para la fabricación de una sola gama de cuplas (tubing o casing). La decisión sobre que máquina se utilizará, se realiza entre máquinas que fabriquen la misma gama.

Las Tablas 6.1.2-1 y 6.1.2-2 muestran las rutas tentativas de FACU y la información relacionada a los estándares de producción de cada máquina.

En la Tabla 6.1.2-1 se puede observar:

- Los tiempos de ciclo de los centros de roscado (marcado en rojo) son siempre los más altos en la ruta.
- La diferencia entre los tiempos de ciclo de las roscadoras utilizadas para productos API tubing (PMC7 – PMC5) y las cortadoras, es muy pequeña.
- El tiempo de ciclo de las roscadoras utilizadas para productos API casing (PM10 – PMCD) es cercano al doble del de las cortadoras. Esto se debe a su mayor diámetro.

	RUTAS	STD pieza/turno	UTIL %	STD REAL pieza/min	Tiempo Ciclo min/pieza
A P I	CBO2	619	79,8	1,029	0,972
	PMC7	405	78,9	0,666	1,502
	MACU1	970	76,7	1,550	0,645
	FOL1	684	88,0	1,254	0,797
	CBYO	614	79,4	1,016	0,985
	PMC5	569	82,2	0,974	1,026
	MACU1	970	76,7	1,550	0,645
	FOL1	684	88,0	1,254	0,797
	CPMC	494	77,1	0,793	1,260
	PM10	223	75,6	0,351	2,847
	MACU2	398	74,7	0,619	1,614
	FOL2	539	87,0	0,977	1,024
	CPM2	335	76,1	0,531	1,883
	PMCD	234	76,1	0,371	2,696
	MACU2	398	74,7	0,619	1,614
	FOL2	539	87,0	0,977	1,024

Tabla 6.1.2-1. “Tiempos de Ciclos API” – Elaboración propia en base a datos de producción – Julio 2009

Para el caso del roscado Premium, debido a que los tiempos de ciclo de los tornos son muy elevados, se comparten órdenes entre los tornos. El valor que se muestra como “promedio” se refiere al promedio de todos los tornos que se utilicen para esa cortadora. En la Tabla 6.1.2-2 se puede comprobar:

- Si se utiliza un solo torno y tomamos el valor promedio como referencia, se genera una gran acumulación de material en espera.
- Aun utilizando todos los tornos en la ruta, no se puede igualar el tiempo de la cortadora.

P R E M I U M	RUTAS	STD pieza/turno	UTIL %	STD REAL pieza/min	Tiempo Ciclo min/pieza
	CBYO	614	79,4	1,016	0,985
	PM13	195	74	0,301	3,326
	HEI1	41	84	0,072	13,937
	HEI3	41	83,6	0,071	14,004
	Promedio	41	83,8	0,072	13,971
	PECO	155	80	0,258	3,871
	MACU1	970	76,7	1,550	0,645
	FOL1	684	88,0	1,254	0,797
	STAM	257	73,3	0,392	2,548
	PM13	195	74	0,301	3,326
	HEI4	26	81,1	0,044	22,764
	DAN1	28	80,8	0,047	21,216
	CRID	25	83,6	0,044	22,967
	COLI	46	74,9	0,072	13,932
	COL2	28	82,1	0,048	20,880
	Promedio	30,6	80,5	0,051	20,352
	PFIS	99	80,5	0,166	6,023
	MACU2	398	74,7	0,619	1,614
	FOL2	539	87,0	0,977	1,024
	CPMC	494	77,1	0,793	1,260
	PM13	195	74	0,301	3,326
	DAN2	40	79,9	0,067	15,019
	DAN4	27	81,1	0,046	21,921
	Promedio	34	81	0,056	18,470
	PECO	155	80	0,258	3,871
	PFIS	99	80,5	0,166	6,023
	MACU2	398	74,7	0,619	1,614
	FOL2	539	87,0	0,977	1,024
	CPM2	335	76,1	0,531	1,883
	PM13	195	74	0,301	3,326
	DAF3	27	79,5	0,045	22,362
	PFIS	99	80,5	0,166	6,023
	MACU2	398	74,7	0,619	1,614
	FOL2	539	87,0	0,977	1,024

Tabla 6.1.2-2. “Tiempos de ciclo Premium” – Elaboración propia en base a datos de producción – Julio 2009

Seguimiento de Producción

Partiendo de esta información realicé un seguimiento día a día de la producción de la roscadora PM16 (Figura 6.1.2-1) y del torno COL2 (Figura 6.1.2-3), comparando máquinas que trabajan la gama casing y a su vez la roscadora PMC5 (Tabla 6.1.2-2) y el torno HEI3 (Tabla 6.1.2-4), que trabajan la gama tubing.

El estudio transcurrió durante el mes de Agosto y se graficó la evolución de la producción diaria. Las “x” marcadas en los cuadros muestran el expediente que se roscó ese día.

Un correcto seguimiento del programa, es aquel en donde las “x” a lo largo del mes dibujan una especie de “escalera”. Toda “x” que se encuentre fuera de dicha escalera se pinta de rojo y denota una falla en el seguimiento del programa.

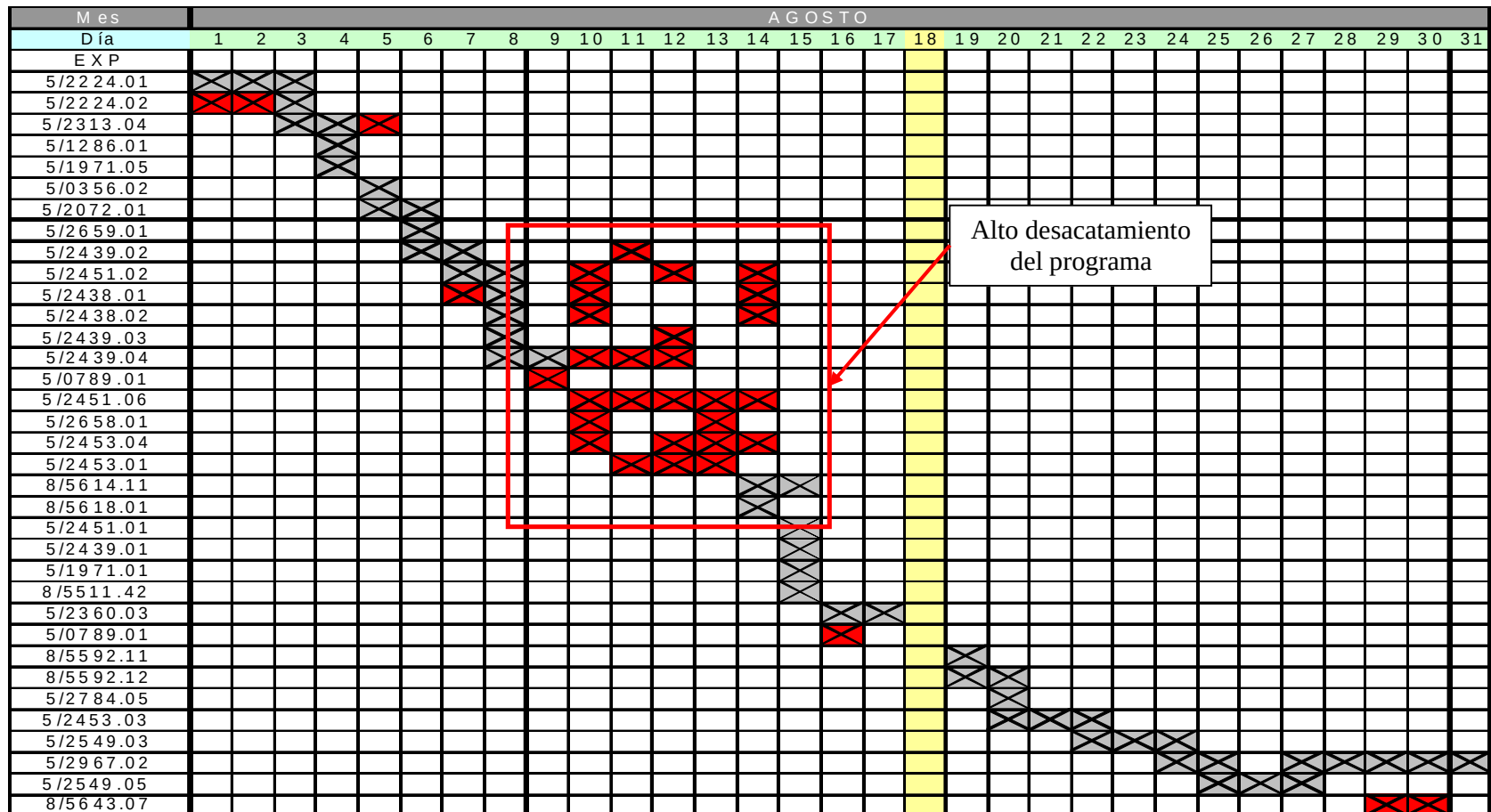


Figura 6.1.2-1. “Perfil de la producción en el mes de agosto PM16” – Elaboración propia en base a datos de producción – Agosto 2008

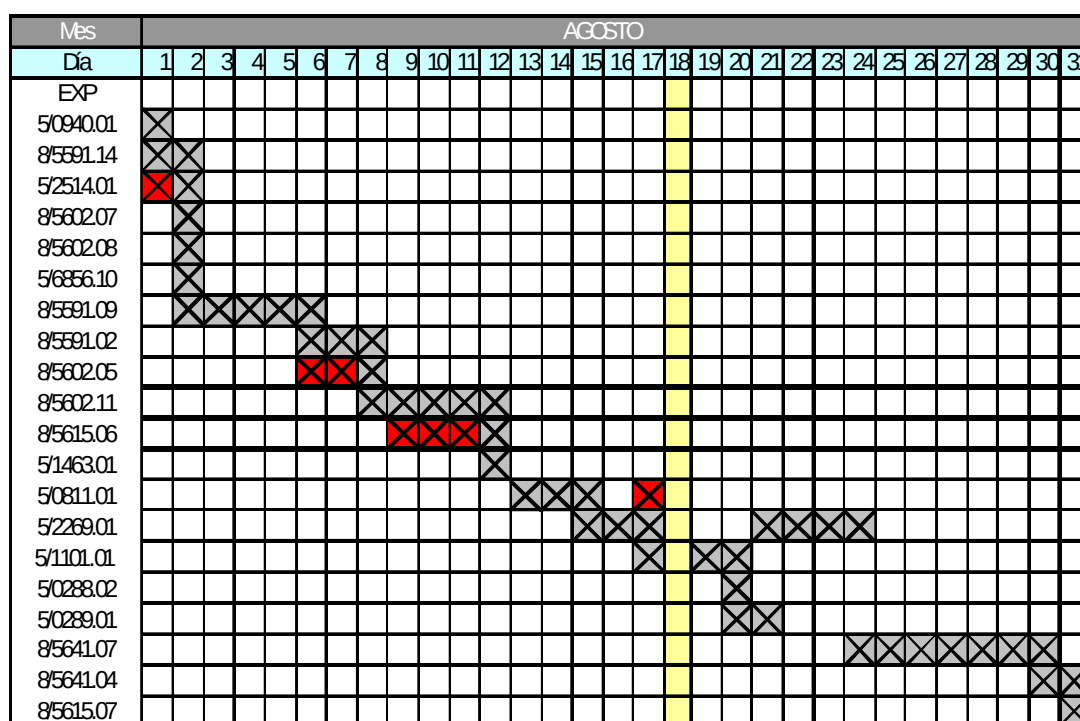


Figura 6.1.2-2. “Perfil de la producción en el mes de agosto PMC5”- Elaboración propia en base a datos de producción – Agosto 2008



Perfil de producción
perfecto – óptimo
seguimiento del programa

Figura 6.1.2-3. “Perfil de la producción en el mes de agosto COL2”- Elaboración propia en base a datos de producción – Agosto 2008

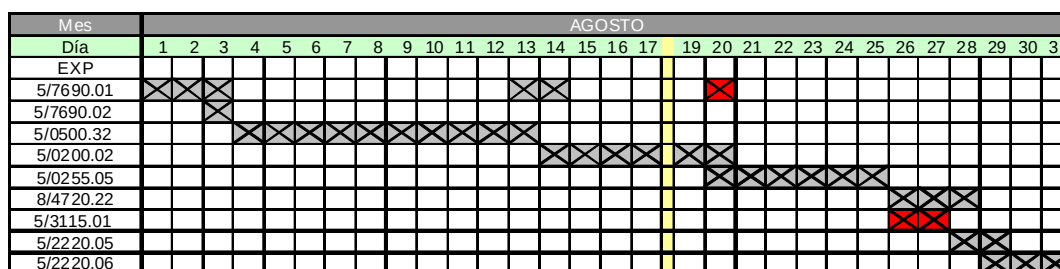


Figura 6.1.2-4. “Perfil de la producción en el mes de agosto HEI3” – Elaboración propia en base a datos de producción – Agosto 2008

PM16			PMC5		
Secuencia	Exp.	Cant.	Secuencia	Exp.	Cant.
1	5222401	798	1	5094001	3336
2	5222402	487	2	8559114	376
3	5231304	462	3	5251401	524
4	5128601	420	4	8560207	432
5	5197105	208	5	8559109	10222
6	5035602	106	6	8560205	2060
6	8559211	216	7	8560211	5150
7	5207201	95	8	8561506	4814
8	5265901	149	9	5146301	2005
9	5243902	516	10	5081101	4872
10	5245102	516	11	5226901	11259
11	5243801	355	12	5110101	2406
12	5243802	355	13	5028802	1321
13	5243903	355	14	5028901	1321
14	5243904	355	15	8564107	16042
15	5078901	377	16	8564104	4156
16	5245106	305	17	8561507	9502
17	5265801	159			
18	5245304	316	HEI3		
19	5245301	316	Secuencia	Exp.	Cant.
20	8561411	268	1	5769001	951
21	8561801	383	2	5050032	1219
22	5245101	135	3	5020002	1588
23	5243901	135	4	5025505	743
24	5197101	350	5	8472022	331
25	5236003	1005	6	5222005	301
26	8559212	83	7	5222006	347
27	5278405	202			
28	5245303	779	COL2		
29	5254903	2656	Secuencia	Exp.	Cant.
30	5296702	6678	1	5228301	270
31	5254905	4326	2	5261201	680
32	8564307	1404	3	5109901	64
			4	5266201	240
			5	5611005	370
			6	5166901	265
			7	5178905	431
			8	5102101	447

Tabla 6.1.2-3. “Cantidades programadas” – Elaboración propia basado en datos de producción – Agosto 2008

	API			PREMIUM		
	Maq.	Prom.	Desvío	Maq.	Prom.	Desvío
CASING	PM16	766	1345	COL2	346	182
TUBING	PMC5	4694	4502	HEI3	783	499

Tabla 6.1.2-4. “Valores promedio y desvío” – Elaboración propia – Agosto 2008

El perfil de producción de los tornos es casi ideal, lo que descarta la hipótesis que una gran diferencia en los tiempos de ciclo entre las cortadoras y los tornos lleve a mezclas en la producción.

La razón que el perfil de producción sea el de una “escalera” perfecta se debe a:

- 1.a) El std. de producción de los tornos y la cantidad programada promedio, determina que se rosque un mismo material por un largo período de días. Esto permite un almacenaje más “planeado” del material en curso.
- 1.b) Un torno puede estar trabajando el material de un solo capacho por más de un turno. Esto le da tiempo al operador del auto elevador de almacenar, de una manera más eficiente; el resto de los capachos.
- 2) Dada la distribución en planta, los tornos tienen lugar para almacenar capachos enfrente de los mismos, lo que facilita la búsqueda.

En el caso de las roscadoras, el perfil de producción es desorganizado. Esto se debe a:

- a) Ordenes de producción de valores muy dispares (alta dispersión), lo que genera una mezcla de los expedientes en el almacén.
- b) Falta de zona para almacenar los capachos “cercana” a las roscadoras.
- c) Ordenes de producción pequeñas (3-4 capachos) seguidas por órdenes grandes, generando así una mezcla en el almacén.

Material programado para roscado

El material a roscar, que figura en el programa, ya sea para las cuplas Premium como para las API, consiste en manguitos que se han cortado hace 1-2 días o que se estén cortando durante el día en curso. De esta forma se agiliza el proceso y se disminuyen los stocks intermedios.

Ingreso material a roscadora

El operador del auto elevador que está terminando el turno, le deja el programa de producción al operado del turno siguiente. Al mismo tiempo le comunica sobre la ubicación de algunos capachos y cuales son los movimientos que se estaban realizando hasta el momento.

Antes de iniciar la operación, el operador del auto elevador se dirige a la oficina del jefe de turno y corrobora que se estén roscando los expedientes programados, la secuencia a roscar y donde están ubicados los capachos con los manguitos requeridos.

La búsqueda de la ubicación del material en la planta se realiza mediante la utilización del sistema. Se ingresa el ciclo de cupla en un determinado comando, y se obtendrán tres datos:

1. El número de los capachos que sean del ciclo ingresado
2. La ubicación de los capachos
 - v La sigla de una máquina (Ej. CPMC) si el capacho está siendo procesado
 - v La sigla del almacén si el capacho está en espera para el siguiente subproceso.
3. El estado del material (identificado con un número)

Buscar capacho con los manguitos del expediente siguiente

CASO A) El proceso de roscado está en línea con corte

1. Retirar el capacho con los manguitos desde la salida de la cortadora.
- 2.a. Ubicar el capacho en la entrada de la máquina que realizará el roscado.
- 2.b. En caso que el centro de roscado no haya terminado con el capacho anterior, ubicar el capacho al costado de la máquina (si hay espacio), hasta que se pueda ubicar en el lugar indicado para su descarga.

Si la cupla a roscar es Premium, se almacenan los capachos con los manguitos cortados debido a la diferencia existente entre tiempos de ciclo.

CASO B) El material a roscar se ubica en el almacén

- 1.a. Dirigirse hasta la zona de almacén y buscar el capacho correcto visualizando la tarjeta del capacho desde el auto elevador (de ser necesario, bajarse del auto elevador y recorrer el almacén a pie).

- 1.b. De no encontrar el capacho programado, dar aviso al jefe de turno.
- 2.a. Ubicar el capacho en la entrada de la máquina que realizará el roscado.
- 2.b. En caso que el centro de roscado no haya terminado con el capacho anterior, ubicar el capacho al costado de la máquina (si hay espacio), hasta que se pueda ubicar en el lugar indicado para su descarga.

Como se puede observar, no existe un procedimiento que determine los pasos a seguir cuando se busca el material. Cada operador tiene su propia forma de realizar la tarea y el resultado de la misma depende en gran medida de su experiencia.

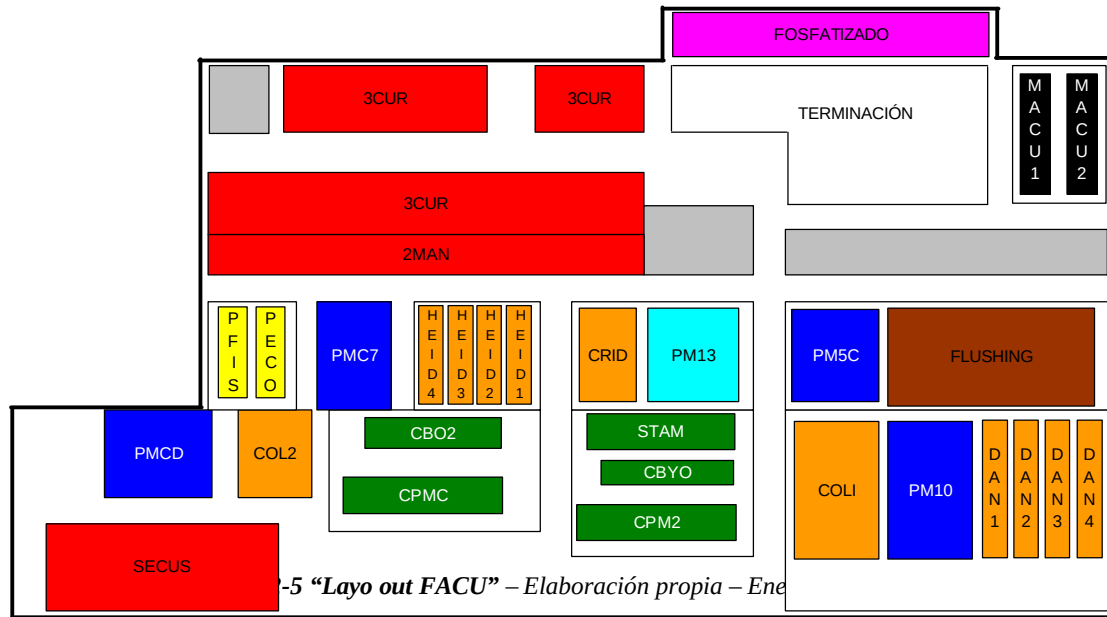
Ubicación capachos

FACU consta de tres sectores previamente establecidos como almacén.

1. Estibas para la colocación de los secus.
2. Almacén 2MAN (nave 2 – **m**anguitos), donde se almacenan productos que estén siendo procesados.
3. Almacén 3CUR (nave 3 – **c**uplas **r**oscadas). En este último se almacenan los capachos con las cuplas terminadas a la espera de ser trasladadas a las líneas de APRIETE.

La *Figura 6.1.2-5* esquematiza la distribución de las maquinas y los almacenes en FACU. Los diferentes colores representan:

- Verde: cortadoras
- Azul: roscadoras (productos API)
- Naranja: tornos (productos Premium)
- Rojo: almacenes
- Amarillo: peladores
- Violeta: línea de fosfatizado
- Blanco: líneas de cosmética
- Negro: magnaflux
- Marrón: flushing
- Celeste: prealesadora



Debido que la producción supera la capacidad de almacenamiento del 2MAN, los auto elevadores posicionan los capachos con el material en curso en diferentes sectores cerca de las máquinas, a espera de ser procesadas (Figura 6.1.2-6).

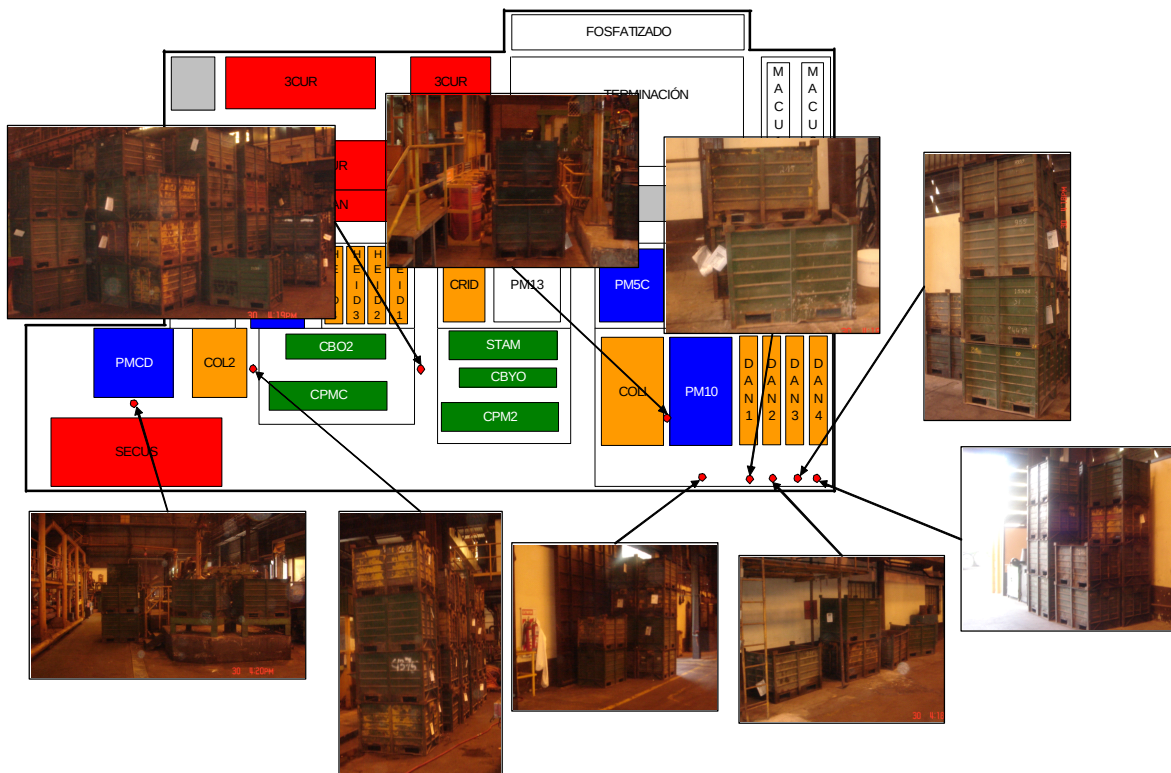


Figura 6.1.2-6. "Ubicación de capachos en planta" – Elaboración propia – Enero 2009

La consecuencia directa de estos lugares “alternativos” de almacenamiento es la incongruencia en la información.

La ubicación del capacho en el sistema dirá 2MAN mientras que la ubicación real del mismo no estará dentro de los límites del almacén. Si la información no se transmite de manera eficiente entre los operadores de los autoelevadores, la probabilidad de “perder” un capacho es considerable.

La distribución “aleatoria” de los capachos entorpece el movimiento de los auto elevadores y otros vehículos que ingresan al galpón.

El piso de algunos sectores donde se almacenan los capachos presenta desniveles. Esto puede llevar a incidentes/accidentes al momento de retirar o colocar los capachos.

6.1.3 CONCLUSIONES REGISTRO

A partir del registro general, se pudo concluir que los subprocesos críticos dentro de FACU y sobre los cuales se focalizará el estudio serán los de Corte y Roscado.

Los mismos se ubican al inicio del proceso de fabricación de una cupla y determinan los tiempos y cantidades del proceso en general.

La elección sobre estos dos subprocesos se basa en:

- En ellos se genera más del 75% del descarte generado.
- El subproceso de corte determina la cantidad de materia prima para el resto del proceso.
- Alta tasa de excedentes sobre los manguitos programados.
- Un cambio de medida en una máquina antes de lo previsto significa pérdida en la utilización.
- La rosca de una cupla es su característica más importante. Una mala gestión en las actividades previas al roscado lleva a defectos y paradas innecesarias.
- El traspaso de datos es ineficiente y algunas veces nulo.
- El traspaso de datos depende enteramente de la experiencia de los operadores y la capacidad del Jefe de Turno.
- La conformación de stocks intermedios se lleva a cabo entre estos dos procesos.
- El almacenaje del material a roscar es aleatorio y “carece de lugar específico”

Habiendo identificado estos ámbitos de mejora, se procede con los pasos siguientes en el estudio de método.

6.2 SÍNTESIS EXAMINACIÓN

Los ámbitos de examinación del estudio (surgidos del registro) son:

- Ø Cálculo de saldos a cortar: esto se debe a los errores en la metodología que se lleva a cabo hoy en día, lo que implica un alto porcentaje de excedente.
- Ø Retiro del secu de la máquina una vez cortada la cantidad programada: no hay una clara razón del porqué se debe terminar de cortar un secu, habiendo ya cumplido con lo programado.
- Ø Implementación de documentación para el almacenaje de los capachos: mejorar la transmisión de la información relacionada a la ubicación de los capachos al iniciar un nuevo turno.
- Ø Delimitación y señalización del almacén: mejorar el procedimiento de almacenaje de los capachos con una correcta delimitación del almacén para optimizar los tiempos de búsqueda.

A partir de estos posibles ámbitos de mejora, se estudiaron algunos cambios tentativos a implementar y la consecuencia que tiene cada uno de ellos sobre el subproceso en particular y sobre el proceso en general.

El resultado de este examen será la formulación de un conjunto de opiniones constructivas con la finalidad de obtener una mejora sustanciable en el caso de llevar a cabo dichos cambios.

Se detalla cada uno de los ámbitos de mejora identificados siguiendo la siguiente secuencia:

1. Situación actual
2. Descripción de la posible mejora
3. Resultado y cambios generados

NOTA DE IMPORTANCIA

Al verificar los códigos de interrupción de las cortadoras, se comprueba que existe un gran número de casos donde la causa se debe a “falta de capacho”. Este faltante de capacho se basa en que se utilizan los capachos en material cortado excedente que no fue programado.

Existe un máximo de cuplas que se pueden colocar en un capacho según su diámetro (*Tabla 6.2-1*). Esto quiere decir que llegado el caso, un capacho puede estar ocupado con 1 cupla hasta el valor máximo correspondiente. La mezcla de productos en un mismo capacho está prohibida por cuestiones de trazabilidad del material.

Diámetro Nominal	2 3/8	2 7/8	3 1/2	4 1/2	5 1/2	6 5/8	7	7 5/8	8 5/8	9 5/8
Cuplas API	648	486	215	90	104	68	42	42	21	24
Cuplas Premium	648	486	378	190	130	85	42	42	28	24

Tabla 6.2-1. “Máximo de cuplas por capacho” - Estudio desarrollado por INDU – Agosto 2008

7 CÁLCULO DE SALDOS

7.1 PLANTEO DEL PROBLEMA

Existe ineficiencia en la realización del cálculo del saldo a cortar al inicio de un turno debido a que:

- La mayor parte de las veces, el operador al iniciar el turno pone en automático la máquina y sigue cortando el tubo que estaba en el bancal sin esperar la información por parte del relevo sobre lo que hay que cortar.
- Si falta algún operador de una cortadora, el relevo es quien debe cubrir ese puesto. Al tener que hacer el cálculo de los saldos y comunicar a los operadores los mismos, se deja una máquina parada o aun peor, desatendida.
- Algunos relevos directamente le piden el saldo al jefe de turno que, por lo general, lo realiza antes de retirarse. De esta manera, no comprueban que el mismo haya sido realizado en forma correcta.
- El programa está en conocimiento de una sola persona, centralizando la información de manera ineficiente.

Habiendo visualizado la forma en que se realiza el cálculo, me dispuse a llevar a cabo el mismo utilizando los sistemas que emplea el relevo y el jefe de turno. El objetivo es desarrollar la cuenta al inicio del turno tarde (13 Hs.) turnándome entre las cinco cortadoras durante la semana para:

1. Comprobar si añadir el cálculo al operador implica que el mismo desatienda otras tareas y no cumpla con los tiempos de producción estipulados.
2. Analizar cual es el tiempo promedio y cuales son las complicaciones que pueden surgir.

Resultados de la experiencia

Durante las dos semanas en que llevé a cabo la experiencia, pude comprobar que la realización del cálculo no tiene complejidad alguna. Los sistemas que se utilizan son similares a los que emplea el operador para ingresar los SECUS a la cortadora y para dar salida a la producción.

Si bien el cálculo se realizó en tiempo real durante el inicio del turno tarde, llevé a cabo la misma cuenta para lo que sería el inicio del turno mañana (5: 00 Hs.) y el turno noche (21:00 Hs.) para poder estimar un tiempo promedio.

El tiempo varía según el turno que se inicia y principalmente por la cantidad de expedientes que se cortaron en los turnos anteriores. Considerando esto, el tiempo máximo no supera los **cinco** minutos.

Se determina que el operador está apto para realizar el cálculo del saldo y que llevar a cabo esta actividad no implica desatender la operación.

7.2 OPORTUNIDAD DE MEJORA

Las herramientas para que cada operador realice el cálculo del saldo están disponibles en la PC de cada cortadora. Los sistemas que utiliza el jefe de turno y el relevo, los puede acceder el operador desde la misma computadora donde realiza el ingreso/salida del material.

De esta manera, los operadores pueden utilizar los primeros minutos del turno para realizar el saldo de corte antes de poner la máquina en automático.

Una capacitación a todo el orgánico de corte, sobre la utilización de los sistemas para llevar a cabo el cálculo de saldo llevaría a una disminución de los excedentes de corte debido a negligencia, incomunicación, falta de atención y falta de personal. Al mismo tiempo, al capacitar al personal se estaría registrando que los mismos saben como realizar la cuenta y por lo tanto al generarse un excedente deberán dar las causas del mismo (mayor control).

El objetivo no es que el relevo de corte y el jefe de turno dejen de realizar el cálculo del saldo sino que se agregue el cálculo por parte de cada operador. El propósito de esto es que haya tres vistas sobre el mismo número. Encontrar alguna incongruencia entre el cálculo realizado por alguno de los tres, permite verificar el mismo y obtener así el valor correcto.

Para que esta capacitación funcione, es necesario que el programa de producción esté disponible físicamente o en formato digital en el sector de corte. Los operadores no pueden depender del programa que tiene el relevo ya que se volvería al estado actual.

Modalidad de entrenamiento

Realizar un instructivo escrito (*Anexo 6*), mostrando el paso a paso según el turno que se inicia y las consideraciones a tener en cuenta. El paso a paso tendrá como principal

herramienta fotos de las diferentes pantallas que verá el operador en el sistema y cual es la información a la que debe prestar atención.

Realizar “ayudas memoria” (*Anexo 7*) que incluyan datos importantes sobre la actividad. Estos se imprimirán y se colocarán en lugares visibles al lado de las pc de las cortadoras para que sean de fácil acceso para los operadores.

Dar una charla a los operadores de las cortadoras, al relevo y al jefe de turno. En esta charla se pretende:

1. Aclarar porque se toma esta nueva medida.
2. Explicar que no se está quitando responsabilidad al relevo y dándosela al operador, sino que es una actividad conjunta.
3. Entregar el instructivo escrito a cada uno de los operadores y proyectar el mismo en una pantalla para poder poner en común dudas que surjan en el momento.
4. Realizar un ejemplo sencillo y un ejemplo complicado.

Las charlas se realizarán en la sala de reunión de FACU con un tiempo estimado de 1 hora. Se pretende dirigirse a todos los operadores de la escuadra al mismo tiempo, por lo que las cortadoras permanecerán paradas durante ese lapso.

Una vez llevado a cabo el instructivo para todas las escuadras y habiendo establecido los parámetros en que se llevará a cabo el cálculo de los saldos, se recorrerá las cortadoras al inicio de los turnos con la finalidad de asistir a los operadores, para evacuar dudas y al mismo tiempo controlar que se esté llevando a cabo la tarea.

Las siguientes figuras muestran la forma en la que se lleva a cabo la tarea hoy en día y el cambio que se propone. Para un mayor nivel de detalle revisar el anexo 1.

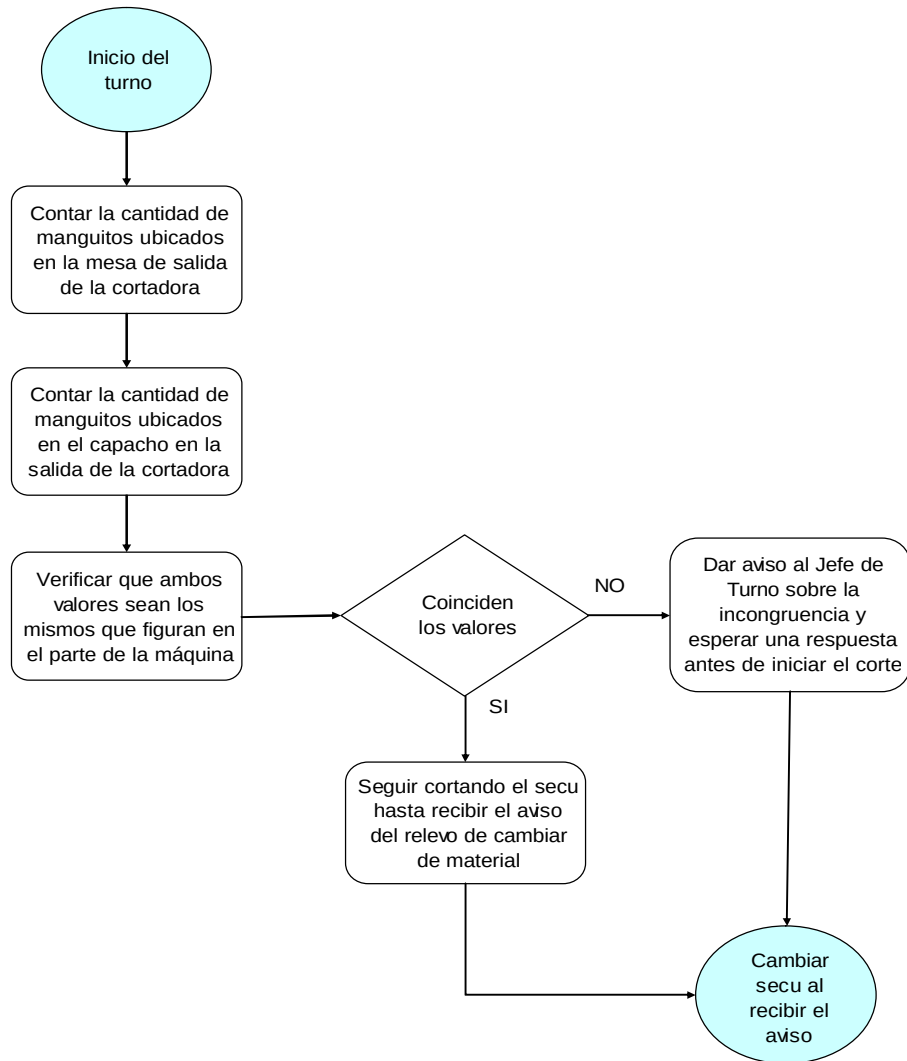


Figura 7.2-1. “Inicio de turno – situación actual” – Elaboración propia – Abril 2009

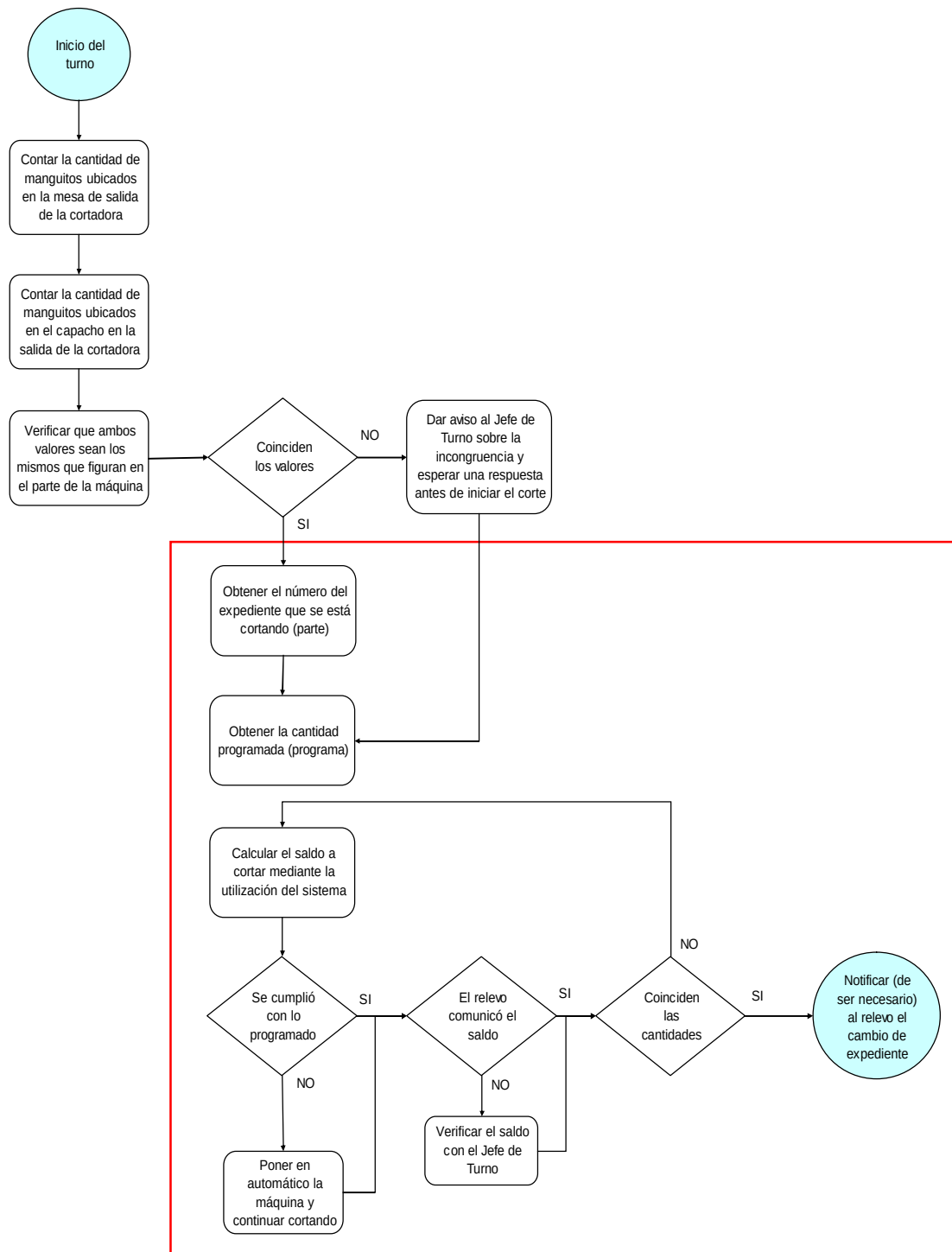


Figura 7.2-2. “Inicio de turno - Situación Propuesta” – Elaboración propia – Abril 2009

Los pasos enmarcados en rojo muestra la secuencia a seguir por el operador de la máquina. Estos tienen la finalidad de obtener un mayor control al momento de iniciar el turno en pos de una reducción de los excedentes.

7.3 IMPLEMENTACIÓN

7.3.1 AGENDA

El cronograma para las instrucciones fue el siguiente:

- Ø Escuadra K – Viernes 19 de Sep. 2008
- Ø Escuadra E – Lunes 22 de Sep. 2008
- Ø Escuadra D – Miércoles 24 de Sep. 2008
- Ø Escuadra J – Jueves 25 de Sep. 2008

7.3.2 RESPUESTA INMEDIATA

I_ Respuesta dividida por parte de los operadores

En la reunión, algunos operadores opinaron que la realización del cálculo era una acción positiva. Otros tuvieron una postura negativa declarando lo siguiente:

- Ø La realización del cálculo significaba un aumento en sus responsabilidades
- Ø No tenían tiempo para realizar el cálculo
- Ø Si se llegaban a equivocar en el cálculo, serían responsables por el excedente

II_ Negativa de la comisión interna

La comisión interna determinó que los operadores no eran responsables de realizar el cálculo y por lo tanto no debían tener en consideración el instructivo.

II_ Programa de producción

Al estar presente el programa en las cortadoras, los operadores comenzaron a observar más el mismo si tenían alguna duda con respecto a un expediente. Al mismo tiempo, algunos operadores comenzaron a dejar escrito en el programa las cantidades restantes a cortar al finalizar un turno, para que el operador del turno siguiente pudiese saberlo de antemano.

7.3.3 CONCLUSIONES

Tomando en consideración la política de FACU que establece que se genera un “excedente” cuando se corta por encima de un SECU, la cantidad de casos de excedentes de julio de 2008 a enero 2009 se muestran en la *Tabla 7.3.3-1*.

MES		JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.
Máquina	CBO2	1	1	4	2	1	1	1
	CBYO	3	1	2	0	1	0	1
	STAM	0	1	2	0	0	0	0
	CPMC	4	2	1	2	0	3	1
	CPM2	1	2	2	0	1	0	2
TOTAL		9	7	11	4	3	4	5
TOTAL s/CBO2		8	6	7	2	2	3	4

Tabla 7.3.3-1. “Casos Excedentes” - Elaboración propia – Febrero 2009

Se hace una diferenciación de los excedentes generados en la cortadora CBO2 debido a que los operadores de la misma no pudieron asistir a la charla.

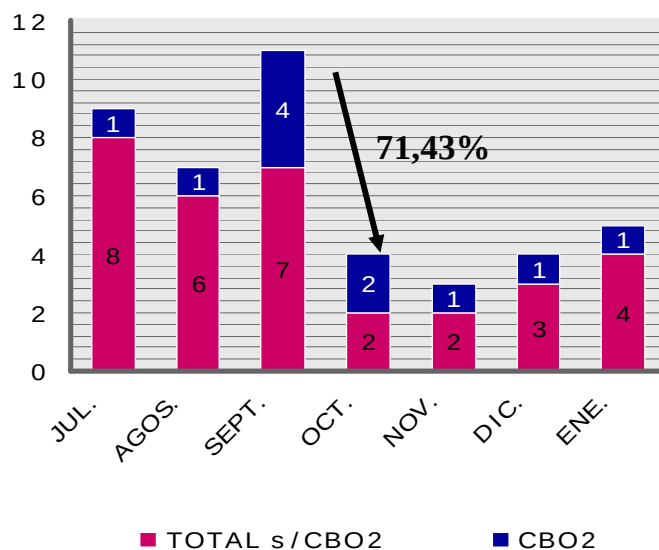


Figura 7.3.3-1. “Evolución de excedentes en corte”- Elaboración propia en base a registros de producción – Febrero 2009

Se distinguen tres momentos:

1. El primero se refiere a los meses de Julio, Agosto y casi la totalidad de Septiembre donde todavía no se había realizado las instrucciones.
2. El segundo se refiere a los meses de Octubre y Noviembre considerados como la **respuesta inmediata**.

3. El último son los meses de Diciembre y Enero donde ya pasó un tiempo desde la instrucción.

Se observa que en los meses de Julio, Agosto y Septiembre el promedio de excedentes (sin considerar la CBO2) es de 7. En contraposición, el promedio después de la instrucción es de 2,75.

Se generó una disminución porcentual promedio de 60,71% en los meses antes y después de la instrucción y de 71,43% entre Septiembre y Octubre (respuesta inmediata).

En los meses de Diciembre y Enero los excedentes volvieron a subir con relación a los dos meses previos pero sin llegar a los valores previos a la instrucción.

La disminución drástica de la cantidad de excedentes se debe a que durante esas primeras semanas, los operadores se sentían controlados y prestaban más atención a la tarea.

La suba lenta pero constante en los casos de excedentes, posteriores a lo que se considera la reacción inmediata se debe a que la comisión interna de FACU determinó unilateralmente que esta tarea no debía ser desarrollada por los operadores.

Justificaban la decisión objetando que el cálculo del saldo llevaba tiempo por lo que era necesario arrancar las máquinas más tarde y no a la hora que pedía la jefatura.

Operadores que días atrás habían podido realizar el cálculo sin ningún tipo de problema, ahora al preguntarle si lo podían hacer solo respondían que se les había comunicado que no lo debían realizar.

La *Tabla 7.3.3-2* y en la *Figura 7.3.3-2* se detalla la cantidad de manguitos que se cortaron de más con respecto a lo programado (Exc. Total), la cantidad excedente si se toma como parámetro aceptable haber cortado hasta 1 secu de más (Exc. Norma) y la cantidad de capachos que se utilizaron para transportar un material que no fue programado y por el cual el cliente no está dispuesto a pagar.

	Jul.	Ago.	Sep.	Oct	Nov.	Dic.	Ene.
Exc. Total	1040	465	599	250	192	228	280
Exc. Norma	658	210	393	164	71	121	85
Capachos	25	9	20	5	6	6	4

Tabla 7.3.3-2. “Cantidades excedentes” – Elaboración propia en base a datos de producción – Febrero 2009

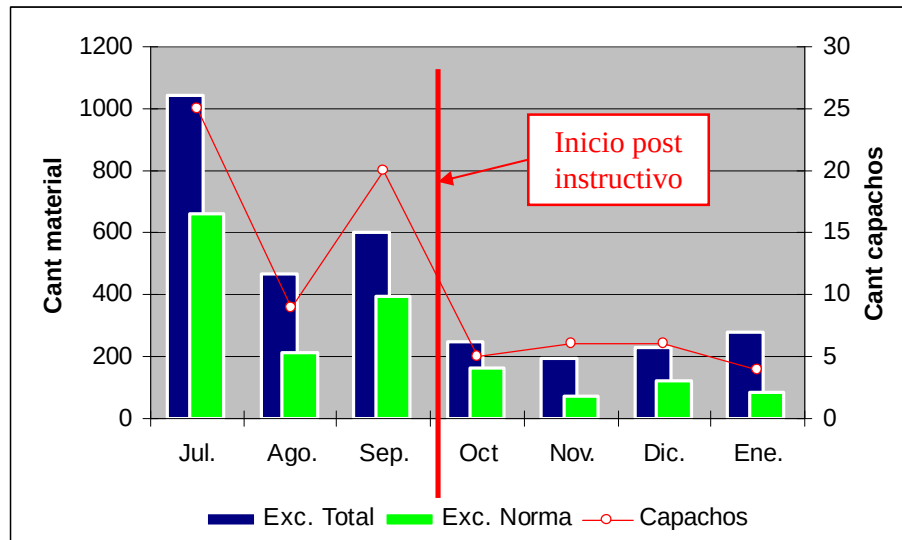


Figura 7.3.3-2. “Evolución cantidades excedentes” - Elaboración propia – Febrero 2009

Costos asociados

Se comprobó que a partir de la instrucción, se desarrolló una mejora considerable en la cantidad de excedentes generados. No se puede calcular un costo asociado “promedio” para un excedente, debido a que un caso depende primero de la cantidad de manguitos cortados por demás y posteriormente de las características del producto.

El costo de un material excedente, no termina en los recursos utilizados en el corte. Se le deben sumar todos los recursos que intervienen en los subprocesos posteriores. De esta manera, no se puede asociar un valor \$ a una unidad excedente dado el amplio rango de posibilidades de cuplas a producir.

Otras ideas

Se pensó en idear un sistema automático que realizara la cuenta en tiempo real y notificara al operador cuando se completara la producción programada e incluso parar la máquina automáticamente.

La razón por la que no se siguió este tipo de solución se basó en que no había una forma sencilla de implementar el contador dado las características de las máquinas que actualmente se utilizan.

La producción buena, se conoce recién cuando el operador realiza la medición de la longitud del manguito sobre la mesa de salida. Esto quiere decir, que recién al final del proceso se sabe

si un manguito será descartado y no será “contado”. Mientras se realiza la medición de la longitud, la cortadora sigue cortando y se presenta el mismo problema.

La única solución técnica es utilizar un láser que mida la longitud de los manguitos a medida que salgan de la cortadora y acepte o no los mismos según el parámetro y su tolerancia.

Examinando mas a fondo esta propuesta se tuvo que descartar debido a que:

1. El movimiento de los manguitos al salir de la cortadora no es sobre una cadena sino que se realiza mediante el empuje del manguito posterior que sale de la misma.
2. No se puede distinguir cuando finaliza un manguito y cuando comienza el siguiente por lo que se complica la medición.

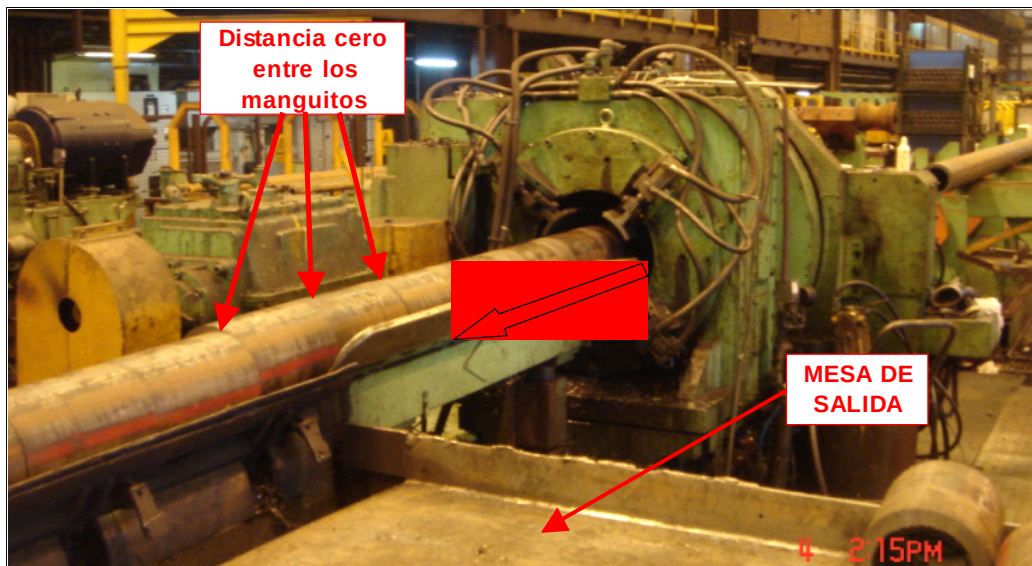


Figura 7.3.3-3. “Situación actual salida cortadora” – Foto propia – Diciembre 2008

8. RETIRO SECU DE LA CORTADORA

8.1 PLANTEO DEL PROBLEMA

Al terminar con la cantidad programada para un expediente puede ocurrir que no se haya terminado de cortar todo el SECU. Si se sigue cortando más manguitos para dicho expediente se está generando un exceso en la cantidad de la orden.

Un exceso implica:

- a) Pérdida de utilización de la máquina para otros expedientes
- b) Utilización de recursos en material no deseado por el cliente
 - Insertos
 - Espacio
 - Recurso humano
 - Herramental
 - Capachos
 - Utilización del autoelevador, etc.

El concepto de cortar de más sabiendo que se a concluido con la cantidad programa, tiene que recaer solamente en una cuestión de seguridad. FACU toma como parámetro que al empezar a cortar un secu, no se puede parar de cortar el mismo. Esta decisión se debe a:

- Peligro de caída de los tubos al estar suspendidos debido a su corta longitud.
- El sistema cuenta los tubos devueltos a las estibas como tubos completos sin tener la posibilidad de contabilizar los cortados
- La estiba de tubos de menor longitud con tubos más largos puede generar que los tubos se inclinen, desaprovechando espacio y complicando su posterior retiro.
- Complicación con la estiba lingadas de diferentes longitudes debido a la estructura de la estiba.

Variable de importancia

La variable a tener en cuenta cuando se termina de cortar un expediente, es la longitud del secu que quedó sin cortar. Tanto la jefatura de FACU como los operadores piensan que la longitud crítica del secu a retirar depende de la longitud mínima posible a levantar por el puente grúa.

La distancia entre los ganchos de la travesa del puente grúa es de 1,5 metros, por lo que se podría llegar a levantar SECUS de dicha longitud. Considerando los movimientos de la eslinga al izar y trasladar el SECU, se añade un metro más a cada extremo con lo que se determina una longitud mínima de 3,5 metros (*Figura 8.1-1.*)

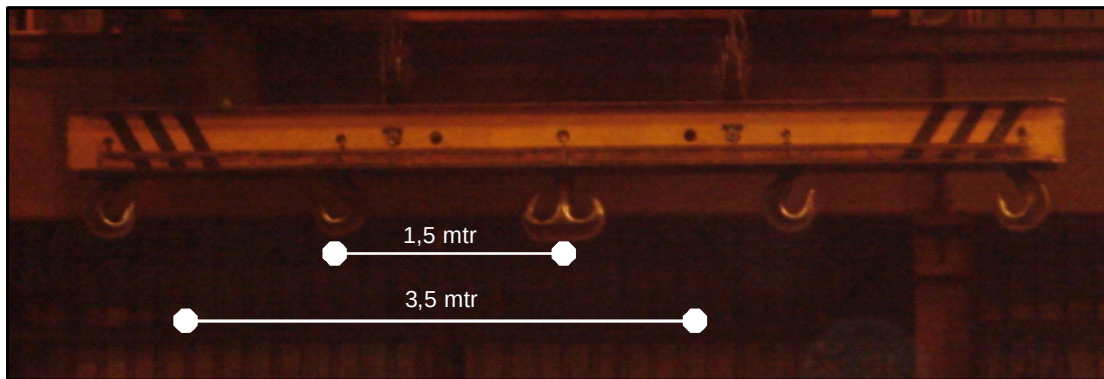


Figura 8.1-1. “Longitud mínima de secu para levantar por puente grúa” – Foto propia – Diciembre 2008

Longitud mínima

Se tiene que tener en cuenta que una vez retirado el SECU, el mismo se traslada a la estiba A163 y posteriormente pasará a una estiba dentro del galpón o una estiba de la playa externa por lo que es necesario verificar las dimensiones de las mismas.



Figura 8.1-2. “Estiba A163” – Foto propia – Enero 2009

La estructura de las tres estibas es la misma, variando solamente la distancia que existe entre las columnas de acero y su altura. Los valores de las distancias entre columnas de acero para cada estiba son:

- **Estiba A163:** 5,6 mts.
- **Estibas dentro del galpón (nave 1):** 3,40 mts.
- **Estibas en playa externa:** 5 mts.

Estos valores muestran que dada la conformación actual de las estibas en FACU, el SECU más corto que se puede retirar de la cortadora, trasladar mediante el puente grúa y estibar es de 5,6 mts. ya que una menor longitud imposibilita el estibado en la A163.

Longitud de los SECUS provenientes del laminador

FACU tiene un amplio número de productos (cuplas) que se diferencian por las propiedades físicas, características dimensionales, especificaciones de los clientes importantes, entre otros aspectos.

Estas cuplas provienen del SECU correspondiente que fue laminado en los laminadores continuos y cuya longitud final varía. Se toman los ciclos 93000 en adelante (los que se trabajan en la actualidad) para determinar cuales son las longitudes promedios, máximas y mínimas de los secus (*Tabla 8.1-1.*).

Este estudio tiene el objetivo de obtener un panorama general de las longitudes de los secus que ingresan a FACU en general y posteriormente por ciclo y diámetro. La finalidad es tratar de verificar que el concepto de “terminar de cortar” todo lo que se comenzó tiene un fundamento o es sólo una práctica que a llegado a institucionalizarse.

Diam	ciclo	>=93000	93000 - 93999	94000 - 94999	>= 95000
T O D O S	Cant.	1908	835	960	113
	Promedio	9,51	9,47	9,54	9,53
	Max	13,22	12,8	13,13	13,22
	Min	4,86	5,21	4,86	5,84
2 3/8	Cant.	70	30	38	2
	Promedio	10,5	10,46	10,53	10,72
	Max	11,23	10,92	11,23	10,92
	Min	8,07	8,91	8,07	10,52
2 7/8	Cant.	150	64	82	4
	Promedio	9,17	9,14	9,23	8,28
	Max	10,98	10,94	10,98	9,87
	Min	5,86	6,77	5,86	6,27
3 1/2	Cant.	226	114	100	12
	Promedio	7,76	7,96	7,61	7,14
	Max	11,18	10,95	11,18	10,92
	Min	5,55	5,55	5,55	5,84
4 1/2	Cant.	230	101	113	16
	Promedio	9,11	9,04	9,07	9,76
	Max	11,28	11,04	11,28	10,88
	Min	5,21	5,21	6,08	8,37
5	Cant.	73	27	43	3
	Promedio	8,74	8,49	8,76	10,82
	Max	12,47	12,47	12,44	12,17
	Min	5,95	6,75	5,95	9,74
5 1/2	Cant.	186	99	82	5
	Promedio	9,39	9,08	9,7	10,3
	Max	13,22	12,56	12,65	13,22
	Min	5,98	5,98	6,31	6,99
6 5/8	Cant.	32	11	21	-
	Promedio	9,17	9,75	8,87	-
	Max	11,34	11,34	10,51	-
	Min	7,03	7,7	7,03	-
7	Cant.	418	179	204	35
	Promedio	8,68	8,82	8,53	8,84
	Max	12,71	12,6	12,71	12,17
	Min	4,86	6,21	4,86	6,97
7 5/8	Cant.	20	9	10	1
	Promedio	9,63	10,09	9,28	8,96
	Max	12,72	12,56	12,72	8,96
	Min	6,59	6,59	7,11	8,96
8 5/8	Cant.	34	16	16	2
	Promedio	9,56	9,96	9,35	8,03
	Max	12,49	12,42	12,49	8,03
	Min	6,75	6,75	6,8	7,77
9 5/8	Cant.	468	185	251	32
	Promedio	11,43	11,46	11,45	11,1
	Max	13,13	12,8	13,13	12,53
	Min	6,93	6,93	7,62	7,62

Tabla 8.1-1. "Longitudes SECUS" – Elaboración propia en base a datos de programación – Enero 2009

Los valores de la *Tabla 8.1-1* muestran:

1. Los promedios generales, por ciclos y por diámetro superan ampliamente la cantidad mínima requerida de 5,6 mts.
2. No existe una gran diferencia entre ciclos, lo que significa que el proceso de laminado no ha sufrido modificaciones que afecten dicho parámetro. Se puede concluir que el proceso no cambiará y las longitudes de los ciclo 95000, para cada diámetro seguirán siendo semejantes.

Estos valores sirven como primera aproximación para definir que la decisión de cortar todo lo que ingresa no es acertada. De los 1908 ciclos que se analizaron, vale la pena determinar que porcentaje está por debajo de ese 5,6 mts. mínimo (*Figura 8.1-3*).

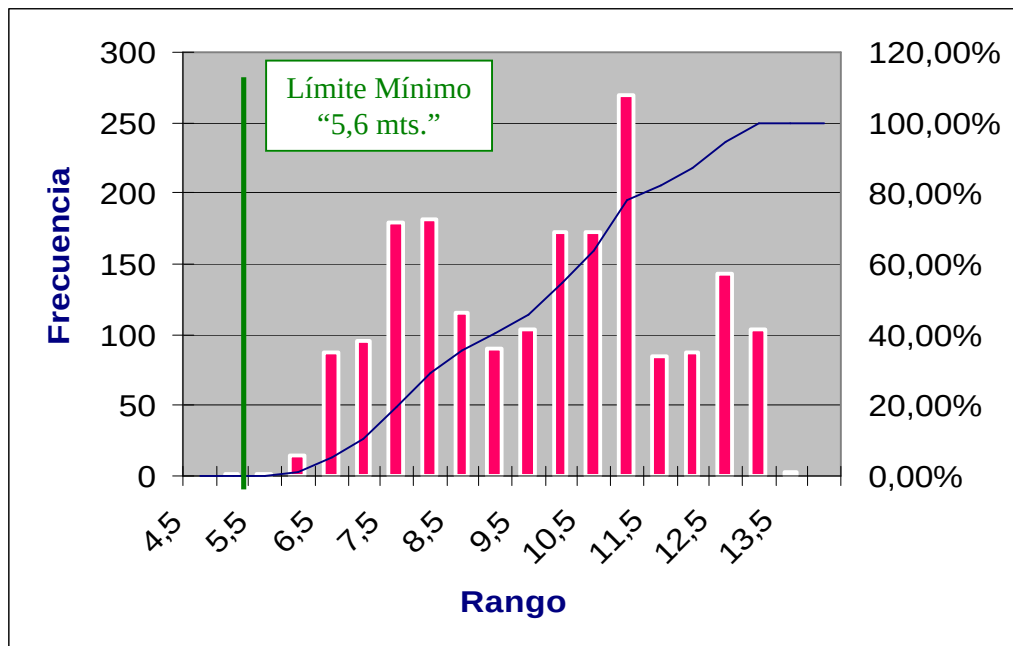


Figura 8.1-3. "Histograma – Longitud de SECUS" – Elaboración propia en base a Programa de Producción – Enero 2009

El límite inferior está claramente por debajo de los valores de las longitudes de los SECUS. Existen solo 4 ciclos con una longitud inferior al límite, representando el 0,2% de la totalidad de los casos.

8.2. OPORTUNIDAD DE MEJORA

Se elaboran las siguientes propuestas de mejora sobre la estructura actual con la finalidad de poder optimizar el proceso de corte, llegando a cortar lo programado sin generar excedentes.

8.2.1. REGLA

Ubicar una referencia métrica al costado de la vía rodillo de cada cortadora. Mediante esta referencia el operador de la máquina podrá comprobar una vez alcanzada la cantidad programada, si la longitud sin cortar del secu está por encima del límite permitido.

Si la longitud es menor a los 5,6 metros, por cuestiones de seguridad y dada la estructura de las estibas, se terminará de cortar el mismo. Caso contrario, se procederá al retiro del secu de la cortadora.

Conformación del sistema de referencia

La referencia visual está compuesta por una línea recta pintada sobre el suelo al costado de la vía rodillo. La regla empezará en el tope de la vía rodillo (*Figura 8.2.1-3*), ubicado en el extremo de la misma. Se indicará el lugar correspondiente a los 5,6 metros y a partir del mismo se indicará el valor cada medio metro.

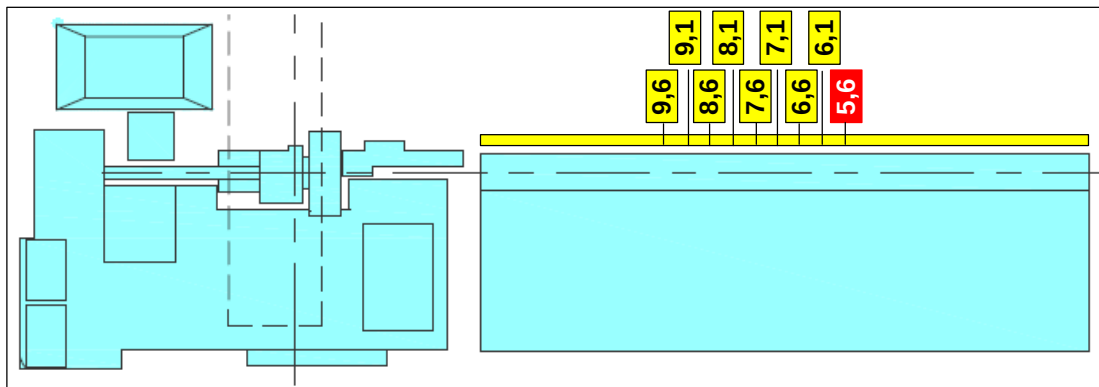


Figura 8.2.1-1. “Bosquejo Referencia Longitud CPM2” – Elaboración propia – Enero 2009



Figura 8.2.1-2. “Marca 5,6 mts” – Elaboración propia – Enero 2009

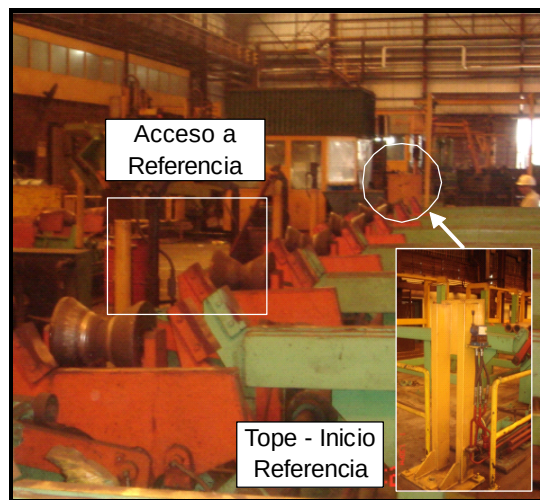


Figura 8.2.1-3. “Acceso a referencia – tope” – Elaboración propia – Enero 2009

8.2.2. ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA

Como se mencionó, la propuesta incluye un sistema de referencia cuya principal función es determinar si la longitud del secu cortado permite su traslado en la grúa o si se debe seguir cortando hasta finalizar el mismo por cuestiones de seguridad.

Las referencias cada medio metro se ubican para que el operador al momento de “enviar” un secu cortado hacia la estiba, pueda identificar en el sistema la longitud del mismo. Hoy en día, el sistema solo acepta la variable piezas, por lo que se propone realizar la propuesta a IT sobre dicho cambio.

Poder incorporar la longitud del secu permite programar con mayor eficiencia el corte de expedientes posteriores en el caso que se pueda utilizar el mismo secu.

Modificaciones sobre actualidad

La siguiente propuesta tiene como puntos de ventaja:

- **Cero inversión extra.** La pintura a utilizar es la misma con la que se pintan las sendas peatonales y el recurso humano a utilizar son los operarios contratados para diversas tareas de mantenimiento.
- **No se deben realizar modificaciones sobre la estructura actual** de las cortadoras ni sus alrededores ya que todas las vías rodillos tienen fácil acceso (*Diagrama 12*) y se puede visualizar la referencia en toda su longitud.
- **Tiempo de realización.** Una referencia como la propuesta, trabajando un solo operario, tardaría un día en realizarse sin necesidad de interrumpir la producción.

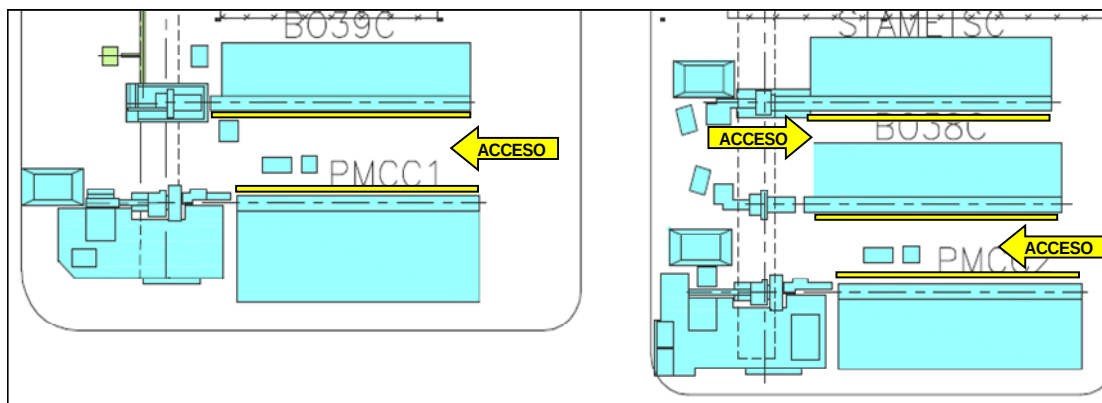


Figura 8.2.2-1. “Ubicación referencias y rutas de acceso” – Elaboración propia en base a Lay out de FACU – Enero 2009

Los excedentes que se analizaron en el punto referido al cálculo del saldo, fueron los casos en donde se había cortado una cantidad de manguitos igual o superior a 1secu. Si bien estos casos también son de importancia para el presente análisis, me focalizaré sobre los excedentes restantes que surgieron en el período de estudio.

En estos casos no se llegó a cortar por encima de 1 secu (dentro de la norma vigente) pero si se cortó una cantidad extra con respecto a lo programado (excedente propiamente dicho).

Desde el mes de Julio del 2008 hasta Enero del 2009, se generaron un total de 430 (*Figura 8.2.2-2*) casos donde se cortaron manguitos por encima de lo programado. En un total de 101 casos, el secu cortado tenía una longitud superior a los 5,6 mts, por lo que se podría haber devuelto a la estiba. En el resto de los casos, la longitud del secu cortado era menor que 5,6 mts, por lo que se debía seguir cortando.

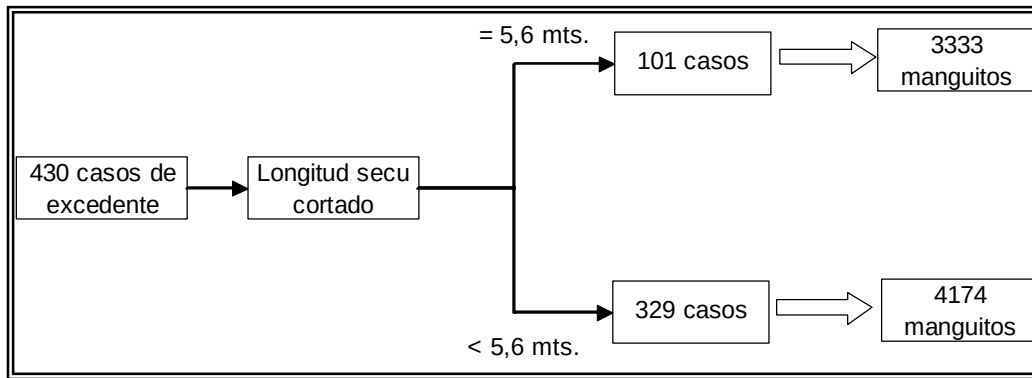


Figura 8.2.2-2 “Representación de excedentes” – Elaboración propia en base a datos de producción – Enero 2009

- Los 101 casos con longitud de secu superior a 5,6 mts generaron un excedente de 3333 manguitos. Al implementarse el nuevo sistema de referencia, estos manguitos no habrán de ser cortado y se optimizará los recursos empleados.
- Los 329 casos restantes, llevan a un excedente de 4174 manguitos. **Este número, representa un desperdicio de recursos a gran escala.**

8.2.3. ESTUDIO DE DESCARTES

Como se demostró, la implementación de este sistema de referencia generaría una importante reducción en el material trabajado fuera de lo programado. Más allá de estos casos positivos, existe aún un gran número de casos en donde se debe seguir cortando el secu.

Consultando estos valores y la producción real, observé que en varios expedientes, el descarte estimado para un expediente era mucho mayor que el descarte real del proceso. Una reducción del descarte estimado, lleva a una reducción de la cantidad programada y por lo tanto a un aumento de la longitud de los secu cortados.

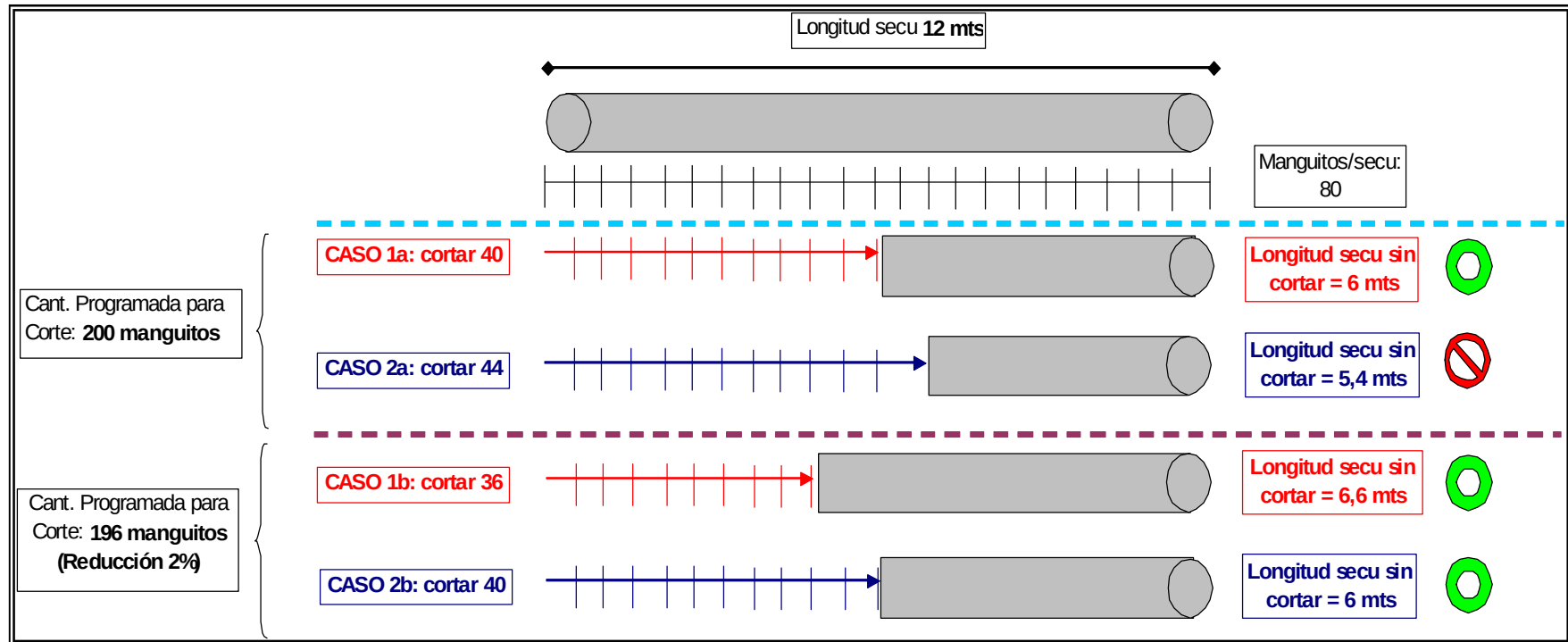


Figura 8.2.3-1. “Ejemplo beneficio disminución cantidad programada” – Elaboración propia – Febrero 2009

La *Figura 8.2.3-1* muestra los resultados combinados de reducir cierto porcentaje la cantidad programada (en el caso de ser factible) y la ley de 5,6 metros. Cada caso representa la cantidad de manguitos que faltan cortar de la cantidad que fue programada para el expediente.

ANÁLISIS

Utilizando la misma base de datos del anexo 2, se llevó a cabo un seguimiento de los descartes realizados en todo el proceso de FACU. El objetivo de seguimiento es comparar los descartes reales del proceso vs. los descartes programados.

El análisis significó seguir la producción de 65 expedientes a lo largo de todo el proceso mediante la utilización de los sistemas vigentes en FACU. El mismo duró alrededor de 1 mes.

Se crearon dos indicadores de importancia:

- **Delta descarte:** $(\text{Descarte programado}^{11} - \text{Descarte Real}) / (\text{cantidad pedida por el cliente})$

Este indicador da una idea del ajuste porcentual que se puede realizar sobre los std. comparándolos con las cantidades pedidas por el cliente.

- **Delta corte:** $(\text{Cantidad de manguitos cortados} - \text{cantidad pedida por el cliente}) / \text{cantidad pedida por el cliente}$

Este indicador da una idea de los excedentes que se están realizando en el centro de corte.

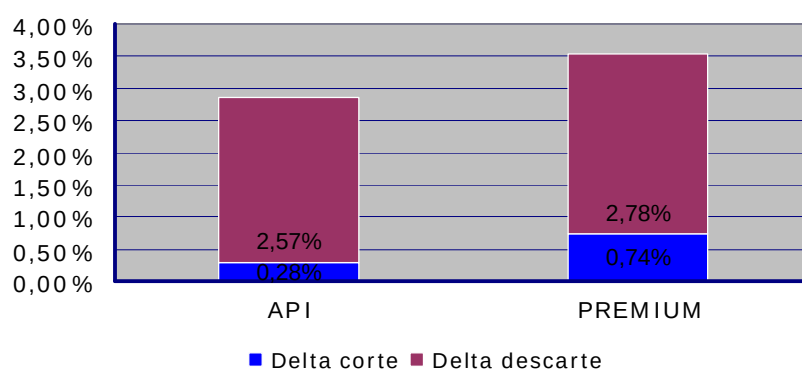


Figura 8.2.3-2. “Delta % todos los ciclos” – Elaboración propia en base a datos de producción – Febrero 2009

¹¹ El descarte programado utilizado es el valor de la PAM (Puesta a Mil) para cada tipo de producto

Se observa que ambos indicadores en promedio son positivos, esto determina que en una primer aproximación, se está produciendo de más en FACU. Se cortan manguitos por encima de la cantidad programada y a la vez se están generando menos descartes que los que se estimaron para la programación.

Dado lo general de estos valores, se dividió la información por diámetro y grado de acero además del tipo de producto (API o Premium).

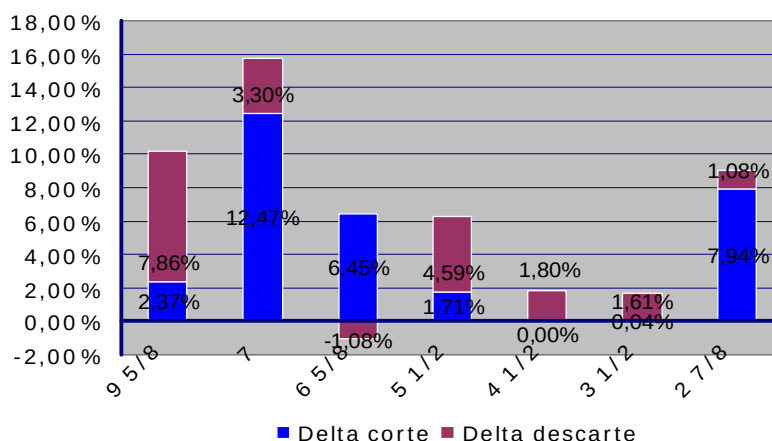


Figura 8.2.3-3. “Delta % API según diámetro” – Elaboración propia en base a datos de producción – Febrero 2009

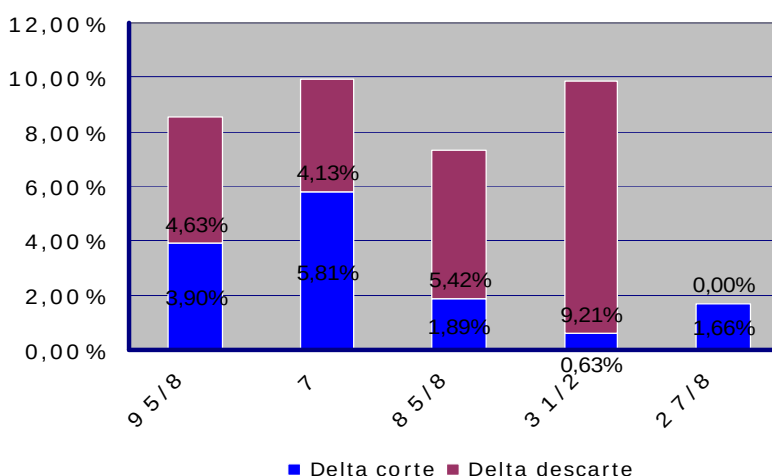


Figura 8.2.3-4. “Delta % Premium según diámetro” – Elaboración propia en base a datos de producción – Febrero 2009

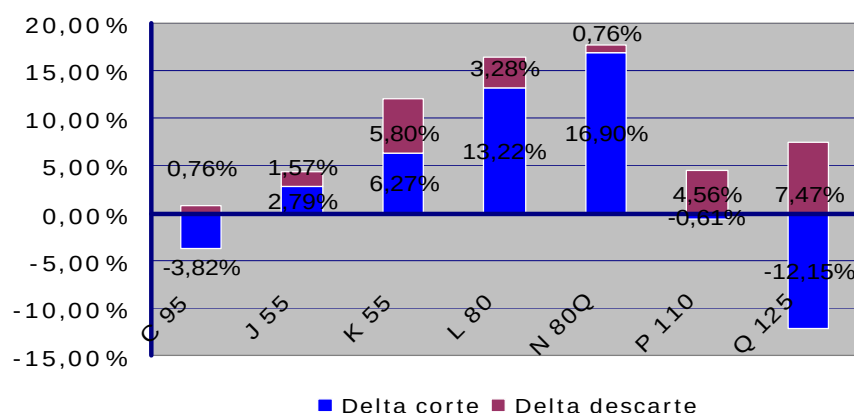


Figura 8.2.3-5. “Delta % API según acero” – Elaboración propia en base a datos de producción – Febrero 2009

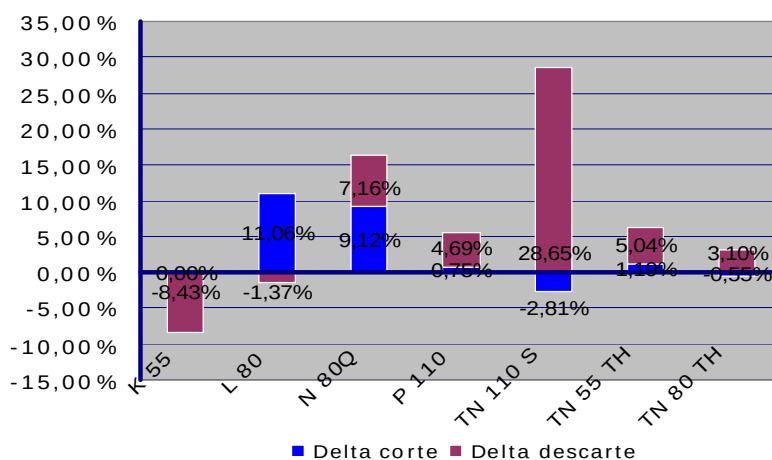


Figura 8.2.3-6. “Delta % Premium según acero” – Elaboración propia en base a datos de producción – Febrero 2009

A partir de las Figuras se comprueba lo observado. El indicador *delta descarte* en casi la totalidad de los casos muestra un valor positivo. Esto comprueba que se están generando menos descartes que los que se programan.

Como ya fue analizado, el indicador *delta corte* muestra en la mayoría de los casos un valor positivo.

MEDIDA TOMADA

Se decide realizar pruebas programando un 2 % menos en los expedientes de productos casing API. Se propone 2 % como un valor inicial moderado debido a que el delta descarte muestra un promedio de 5,5 % en los productos de esta característica.

Se decide realizar las pruebas sobre productos API porque el proceso permite una rápida corrección en el caso de resultados negativos. De igual manera se elije productos casing debido a que su mayor diámetro implica que una reducción en los deltas genera una reducción en los capachos utilizados para el expediente.

Ciclo	Exp.	Diámetro	Acero	Cantidad pedida
94008	5/2765.01	9 5/8	K55	136
94300	5/4724.03	9 5/8	TN 110 H	146

Figura 8.2.3-7. “Datos expedientes de prueba” – Elaboración propia – Febrero 2009

Exp.	Prog. Corte	Buenas Corte	Cant. Cliente	Desc. Real	Desc. Apriete	Desc. Total	Desc. Teorico	Delta	Delta %
5/2765.01	164	164	146	2	2	4	18	-14	-9,59%
5/2765.01	143	149	136	2	2	4	7	-3	-2,21%

Figura 8.2.3-8. “Resultados pruebas” – Elaboración propia – Febrero 2009

Los descartes generados en ambos expedientes fueron menores a los que figuran según el sistema. Programando un 2 % de menos, se llegó a la cantidad requerida por el cliente y hasta se pudo programar una cantidad aun menor. Los descartes reales fueron 2 para cada caso y se toma que el descarte de apriete es del 1% por lo que se descartaría 2 cuplas más para cada expediente. De esta manera el descarte total es de 4 cuplas para cada prueba comparada con un descarte programado de 18 para el primer expediente y 7 para el segundo.

IMPLEMENTACIÓN

Al momento de continuar con más pruebas, el departamento de Programación determinó que no iban a seguir con las mismas (más allá de los resultados positivos), debido a que dada la baja en las órdenes no querían arriesgarse a no cumplir con la cantidad pedida por el cliente.

En el cierre del budget (Julio), cada centro de producción debe reducir sus std. de descartes un cierto porcentaje. De esta manera, cuando se trató de implementar la reducción de la PAM, la jefatura optó por demorar la decisión hasta el cierre para no tener que bajar los descartes en el mismo año budget dos veces.

9. SEÑALIZACIÓN – DELIMITACIÓN DEL ALMACÉN

9.1. PLANTEO DEL PROBLEMA

El almacén 2MAN utilizado para el material en curso, carece de una correcta delimitación y/o señalización. Los operadores de los autoelevadores recogen los capachos y los sitúan en los lugares libres que encuentran y estén cerca de los centros de roscado a los que esté dirigido el material. Este tipo de acción no permite un uso eficiente del espacio y aumenta los tiempos de búsqueda asociados.

Técnica de almacenamiento utilizada

I_ Sistema de almacenamiento – Bloque

Ventajas:

- **Alto rendimiento de la superficie del depósito.** Al mismo tiempo, la estructura metálica de los capachos permite una gran carga sobre los mismos, por lo que se puede almacenar 4 unidades en altura (la cantidad queda limitada por el alcance del equipo de traslado).
- **No requiere inversión** en cuanto a lo que refiere a estibas. Mínima inversión requerida en señalización y delimitación.

Desventajas:

- **Último capacho que ingresa es el primero en salir (LIFO).** Esta característica genera grandes complicaciones al momento de llevarse a cabo pequeñas campañas¹² en los centros de corte. Al delimitar la zona de almacenaje se podrá ubicar los capachos de mejor manera llevando a una disminución de los tiempos de búsqueda cuando se estén cortando este tipo de campañas.
- **Mayor tiempo de maniobra.** La estructura de los capachos permite, en cierta medida un manejo “brusco” de los mismos. Este tipo de contenedor impide el daño del material. El problema recae en que los capachos, al apilarse, no apoyan sobre su base sino que lo hacen sobre el borde del mismo y se debe asegurar que queden inmovilizados mediante los esquineros (*Figura 9.1-1*).

¹² Campaña: cantidad programada para un expediente.

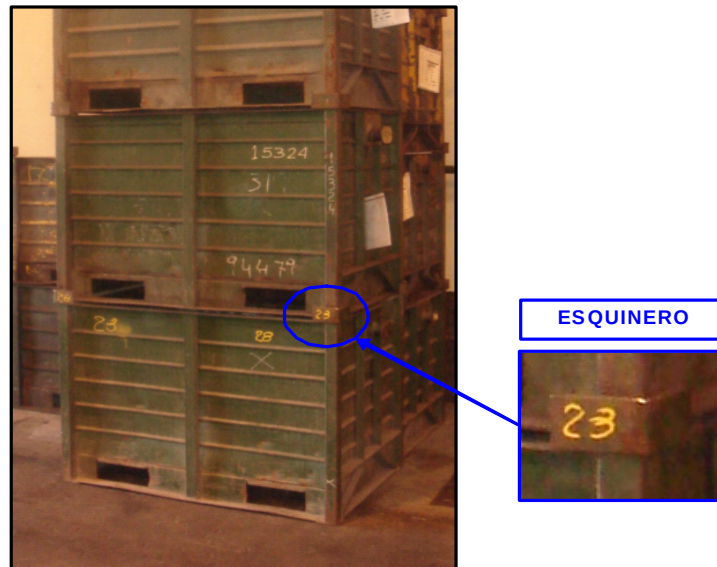


Figura 9.1-1. “Apilado capachos – esquinero” – Foto propia – Enero 2009

II_ Equipo de traslado – autoelevador

La movimentación de los capachos dentro de FACU se realiza mediante la utilización de un autoelevador convencional (*Figura 9.1-2*). Existen 4 autoelevadores distribuidos entre los almacenes 2MAN, 3CUR y la playa externa. Dos de estos autoelevadores son gasoleros y los dos restantes son eléctricos.

La razón por la que se utiliza este tipo de equipo es:

- El **suelo** en FACU presenta varias **irregularidades** debido a movimientos propios del suelo debido a que su estructura está fundada sobre una laguna. Al mismo tiempo, se producen roturas del hormigón al depositar los capachos.
- **Capacidad de carga:** existe una amplia variación entre la menor y mayor carga que puede levantar y trasladar el equipo. Este rango se basa en las características del producto que se ubique en el capacho.
- **Velocidad de traslado:** dada la diferencia entre los tiempos de ciclo de las máquinas, es necesario poder responder de manera rápida a las necesidades de material de los diferentes centros.
- **Elevación permitida:** la torre permite apilar hasta 4 capachos en altura. Y el techo del galpón no es un limitante.



Figura 9.1-2.: “Autoelevador” – Foto propia – Enero 2009

9.2. OPORTUNIDAD DE MEJORA

Realizar una delimitación de la superficie del almacén con la finalidad de optimizar el espacio utilizado.

Capacidad del almacén

I_ Dimensiones almacén

El almacén 2MAN tiene un largo de 60,32 mts. x 4,34 mts de ancho (*Figura 9.2-1*).

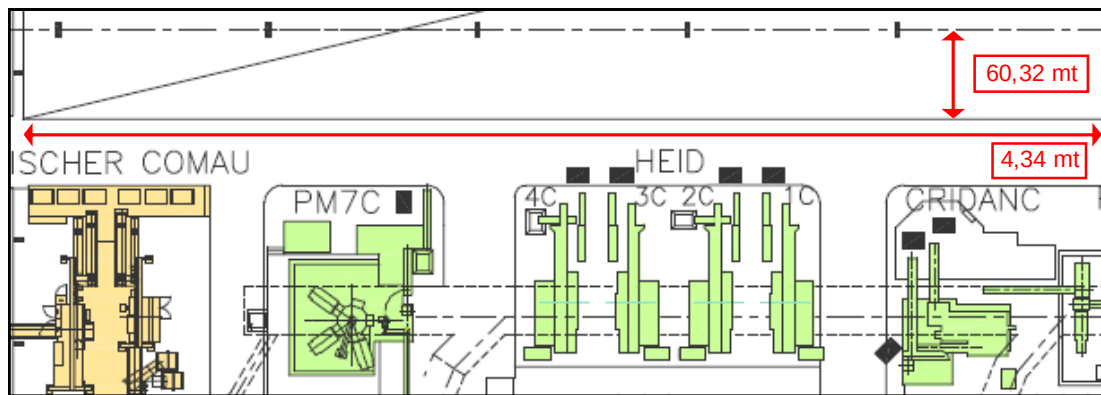


Figura 9.2-1. “Dimensión 2MAN” – Elaboración propia en base a Lay out FACU – Enero 2009

II_ Dimensiones Capacho

En FACU se utiliza dos tipos de capachos denominados verde y amarillo por el color de su pintura externa. El verde es para el traslado del material entre los diferentes centros y para almacenar material en curso en 2MAN. El capacho amarillo es para el traslado de las cuplas terminadas hacia los centros de apriete.

El capacho de interés para este proyecto es el verde dado que es el que se utiliza para el transporte del material entre los centros de corte y roscado. Las dimensiones del mismo se pueden ver en la *Figura 9.2-2*.

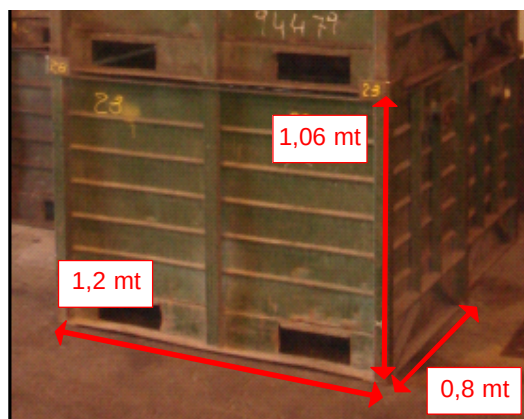


Figura 9.2-2. "Dimensiones capacho verde" – Elaboración propia – Enero 2009

III_ Lugares disponibles

Dada la técnica de almacenamiento, las dimensiones del espacio disponible y las dimensiones del contenedor del material; se calcula la cantidad netas de lugares disponibles para almacenar capachos.

A cada longitud del capacho en profundidad y en largo se le añade medio metro con la finalidad de impedir el roce/choque entre los capachos al momento de ser retirados o colocados en el almacén. La cantidad de espacios disponibles netos en el almacén 2MAN se muestra en el *Tabla 9.2-1*.

	Longitud capacho (mts)	Longitud de "seguridad" (mts)	Longitud disponible (mts)	Capachos
Profundidad	0,8	0,5	4,34	3
Largo	1,2	0,5	60,32	35
Alto	-	-	-	4

Tabla 9.2-1. "Capacidad del almacén 2MAN"- Elaboración propia – Enero 2009

Los valores del cuadro 19 muestran que la cantidad total de lugares de almacenamiento es 420 capachos (Profundidad x Largo x Alto). Este valor nos da la información de partida para poder delimitar el sector de almacenamiento.

Señalización

El operador del autoelevador debe poder ubicar el lugar de almacenaje de manera rápida y no tiene que bajarse del autoelevador en ningún momento. Para poder cumplir con este objetivo, se pretende utilizar una referencia existente en FACU e implementar otras que optimicen el tiempo de búsqueda. De esta manera se produce una menor inversión y se mantiene algunas referencias ya conocidas para que el cambio no sea total.

I_ Referencias actuales

La nave 2, donde se ubica el almacén 2MAN y la nave 3 donde se ubica el almacén 3CUR, están diferenciadas por las columnas que soportan el puente grúa (*Figura 9.2-3*).

Estas columnas, llevan pintado el número de su secuencia empezando desde la zona del flushing (*ubicado a la derecha de la foto*). Este valor será la primer referencia que se utilizará en la señalización del almacén debido a que permite una visión general de la ubicación del capacho desde prácticamente cualquier lugar de la planta.

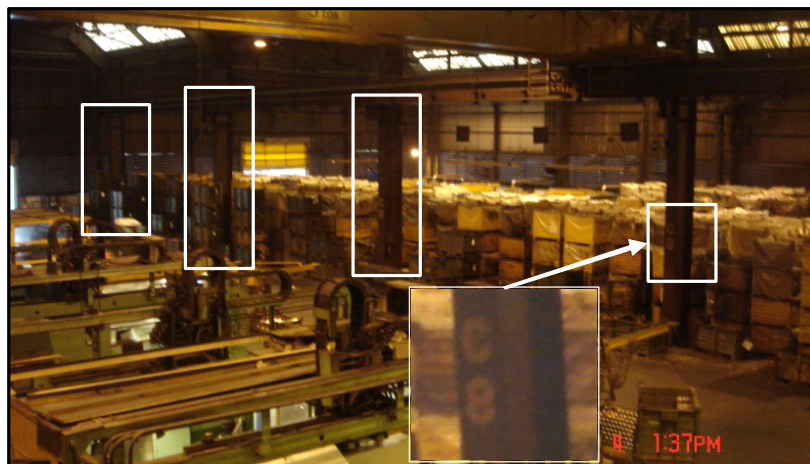


Figura 9.2-3. “Referencia – columnas” – Foto propia – Enero 2009

II_ Referencias a implementar

Una vez que el operador del autoelevador encontró entre que columnas se ubica el capacho, debe saber en que fila de dicho sector está. Para esto, se realizará un conjunto de referencias visuales sobre el suelo.

- Se divide cada zona ubicada entre las columnas según la longitud de largo que calculamos en la capacidad del almacén (*una referencia cada 1,7 mts*).
- Se pintará una línea recta que abarque toda la profundidad del almacén y que sobrepase 1 metro por fuera del almacén.
- Cada subdivisión se señalizará con un número que seguirá una secuencia desde la primer columna hasta la última.
- La línea recta tiene como propósito, “dirigir” al operador del autoelevador al momento de colocar el primer capacho sobre el suelo para que no quede torcido, generando un espacio muerto.
- El número en el suelo será la segunda referencia visual del operador.
- La posición del capacho en altura no necesita de referencia ya que es de fácil visualización una vez que se encontró la fila.

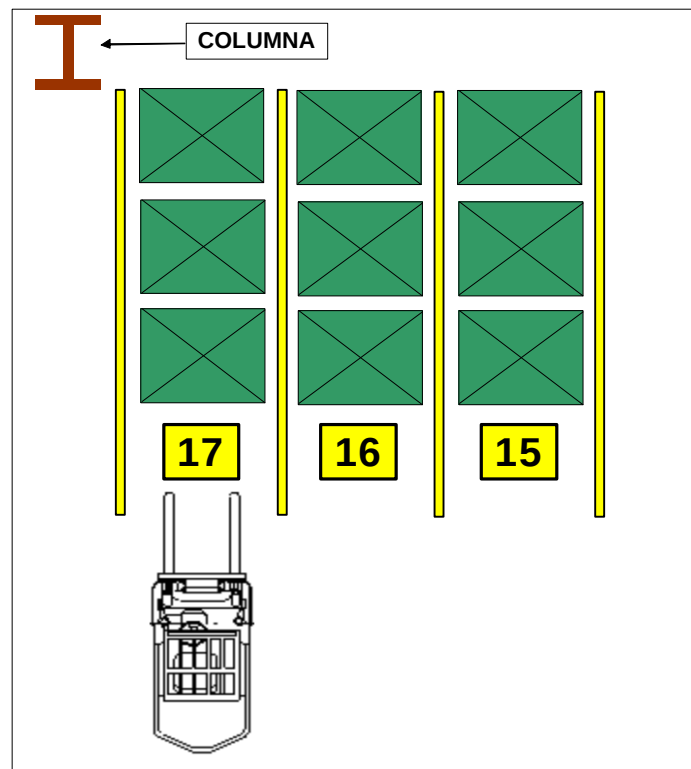


Figura 9.2-4: “Referencias filas” – Elaboración propia – Enero 2009

9.3. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

La señalización se realizará por sectores (*espacio entre columnas*), empezando desde la primer columna.

Al pintar las referencias en el suelo, no se podrá utilizar dicho sector. Se asignará el sector ubicado al costado de las bombas del flushing como “almacén provisorio” (*Figura 9.3-1*) durante el lapso que dure realizar la señalización (3 días).

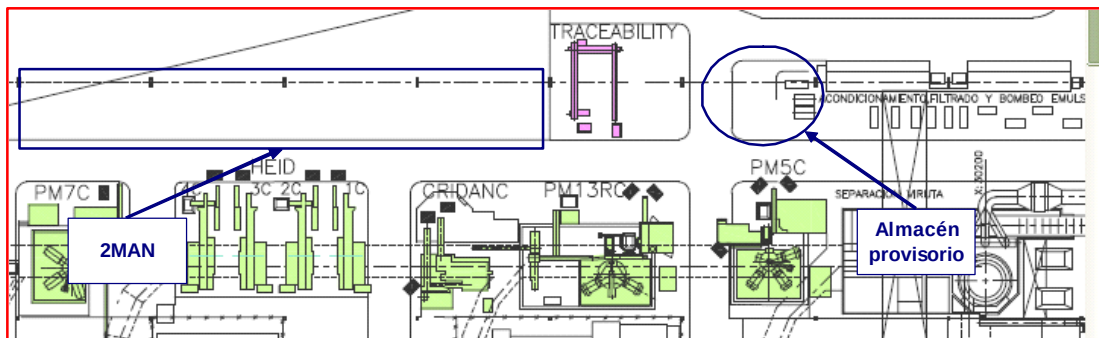


Figura 9.3-1. “Ubicación almacén provisorio” – Elaboración propia en base a Lay out de FACU – Enero 2009

Una vez implementado este sistema de referencia, se debe hacer un seguimiento diario controlando que los operadores las respeten. Si se encuentra algún caso de los que se muestran en la *Figura 9.3-2* (asemejan la situación actual), se debe hacer un llamado de atención al operador del autoelevador.

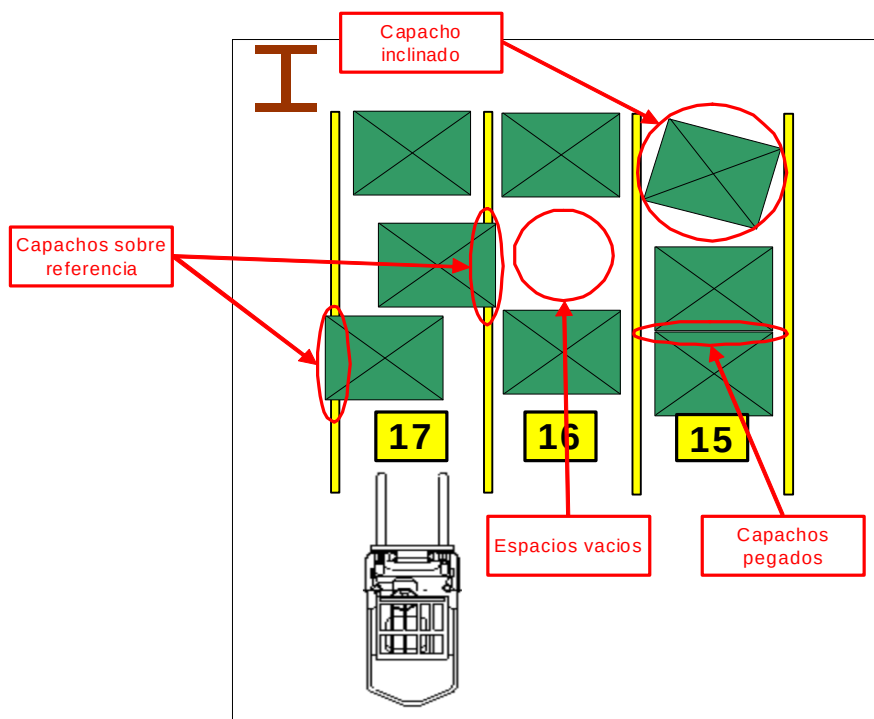


Figura 9.3-2 “Almacenaje incorrecto” – Elaboración propia – Enero 2009

Es común que el operador justifique la mala ubicación del capacho diciendo que si lo coloca de forma correcta tarda mucho más tiempo y no llega a hacer todas las tareas que debe.

Es necesario en este punto aclarar que el departamento de Ing. Industrial a confirmado mediante un estudio de tiempos que la cantidad de autoelevadores que hoy existen en FACU es suficiente para un nivel de producción elevado, trasladándose el mismo a las velocidades estipuladas por las normas vigentes.

10. DOCUMENTACIÓN PARA EL ALMACENAJE DE CAPACHOS

10.1. PLANTEO DEL PROBLEMA

La localización exacta de un capacho no es factible dados los canales de comunicación actuales. El sistema permite verificar solo la ubicación general del capacho. Por ejemplo, si el capacho se ubica en el almacén de la nave 2 para material en curso, se podrá leer en la pantalla 2MAN pero no se podrá visualizar en que parte del almacén se ubica.

Esto lleva a pérdidas de tiempo al momento de buscar el material deseado. En varias situaciones, el operador del autoelevador debe bajarse del mismo y recorrer el almacén a pie hasta dar con el capacho. Algunas veces, esta búsqueda no tiene éxito y se procede con la búsqueda del capacho siguiente en el programa, llevando a un incumplimiento del programa.

Sistemas de comunicación actuales

Existen 4 autoelevadores operando en FACU al mismo tiempo. Cada uno de ellos tiene asignado un sector específico para su movimentación. La descarga de las cortadoras y la carga/descarga de los centros de roscado, son tarea del yale¹³ 1 (*Tabla 10.1-1*).

El operador tiene en su posesión el programa de producción con el cual se guiará durante el turno para saber que material debe trasladar y entre que centros. Si las cortadoras estuvieron cortando campañas largas, el yalero¹⁴ no tendrá mucho problema para ubicar el material. En el caso que se hayan cortado campañas cortas y de características similares, la información en el programa de producción es insuficiente.

¹³ Yale: nombre que se le da al autoelevador debido a su fabricante

¹⁴ Yalero: nombre que se le da al operador del autoelevador

Yale 1	
Entrada	Salida
-	CPMC
-	CPM2
-	CBYO
-	STAM
DAN 1-2-3-4	
HEID 1-2-3-4	
CRID	
COLI -COL2	
PM10	
PMC5	
PM16	
PM13	
PFIS	(yale 2)
PECO	(yale 2)

Tabla 10.1-1. “Operaciones yale N°1” – Elaboración propia – Diciembre 2008

Cada yalero tiene una técnica diferente con la cual se maneja y traspasa la información sobre la localización del material al yalero del turno que sigue. El que comienza el turno, debe dirigirse a la oficina del Jefe de Turno para poder revisar juntos, el programa de producción y la ubicación tentativa de los capachos necesarios.

10.2. OPORTUNIDAD DE MEJORA

Dada la señalización del almacén propuesta, se pretende implementar un nuevo tipo de documento que sirva para registrar los movimientos realizados en el almacén. Dicho documento será completado por el operador del autoelevador.

Al finalizar el turno, el operador del autoelevador, le entregará el documento al operador que ingresa. Se pretende de esta manera completar la información referida al almacén para:

1. Eliminar las pérdidas de tiempo
2. Eliminar las eventuales pérdidas de capacho que llevan al incumplimiento del programa.
3. Disminuir el tiempo al inicio del turno donde el operador del autoelevador le consulta la situación al Jefe de Turno.
4. Eliminar la ubicación de los capachos de campañas cortas fuera del almacén. *(Algunos operadores dejan estos capachos en lugares fuera del almacén entorpeciendo el movimiento de otros autoelevadores).*

Conformación del documento

El documento en cuestión (*Figura 10.2-1*) tiene un conjunto de registros a completar por el operador.

Los primeros tres registros ubicados en el encabezado son el *número de registro del operador*, el *turno* en el cual se realizaron los movimientos y la *fecha del día*.

El resto de los campos se completarán en el caso que el operador retire un capacho con material desde un centro y coloque el mismo en el almacén 2MAN. En el caso que dos máquinas estén trabajando en línea (Ej. CBYO y PMC5), el operador llevará los capachos hacia la entrada de la roscadora. En este caso, este movimiento no se registra en el documento, debido a que el material no pasó por el almacén.

- **N°:** Este campo está impreso con el documento en blanco. Informa sobre la secuencia de movimientos.
- **N° Capacho:** el número del capacho está marcado con pintura en las 4 caras del capacho.
- **CICLO:** aparece en la tarjeta del capacho.
- **Expediente:** aparece en la tarjeta del capacho
- **Piezas:** aparece en la tarjeta del capacho
- **Lugar retiro:** centro desde donde se retiro el capacho
- **Lugar almacén:** ubicación del capacho en el almacén (columna, número de fila, ubicación en profundidad y ubicación en altura).
- **Ret:** en este caso el operador debe marcar con una cruz si el capacho se retiro de ese lugar en el turno.

Optimización del proceso de fabricación de cuplas

FACU_MOV. ALMACÉN 2MAN												
Registro	Turno	Fecha	Información Material			Lugar Retiro	Lugar almacén				Ret	Comentario
N°	N° Capacho	CICLO	Expediente	Piezas			Col (*)	Fila	Prof	Altura		
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												

* Colocar el número de la columna a la derecha del capacho

Figura 10.2-1. "Documento Registro 2MAN" – Elaboración propia – Marzo 2009

10.3. IMPLEMENTACIÓN

Una vez finalizada la etapa de señalización del almacén, se reunirá a los operadores de los autoelevadores para informales acerca del nuevo documento y cuales son los pasos a seguir.

Es importante transmitir al operador que estas mejoras llevarán a una optimización del proceso y de los tiempos asociados al movimiento de material. Es muy probable que el operador se muestre negativo con el hecho que tenga que llenar un documento.

Esto se debe a:

1. El operador debe escribir su registro en el documento. Cualquier tipo de control es no deseado.
2. Debe asentar todo movimiento que se lleve a cabo en 2MAN, lo que implica un “aumento” de sus tareas.
3. El ser humano es resiste al cambio por naturaleza. Un cambio en su forma de realizar el trabajo produce enojo.

CONCLUSIONES

Al iniciar el proyecto, las instrucciones que recibí fueron bien claras: “Fijate que mejoras se puede realizar sobre el proceso con los recursos que actualmente contamos”. Estaba bien en claro que las propuestas a las que tenía que arribar no debían involucrar cambios en la infraestructura de FACU. La producción llegaba a niveles elevados y se debía utilizar las máquinas y las líneas en su mayor capacidad.

Es por eso que me focalicé en la gestión del proceso. Específicamente en los pasos que se desarrollan entre los subprocesos, los canales de comunicación existentes y los conceptos vigentes detrás de las tareas, entre otros.

El presente análisis llevó al enunciado de un conjunto de mejoras y a la implementación de un par de ellas. Cada una mostró que mediante su aplicación se alcanzan mejoras sustanciales en la productividad y utilización de la planta y una mejora general de la gestión del proceso.

La referencia a implementar en las cortadoras y los resultados del estudio de los estándares de descartes llevan a una reducción promedio de 3333 manguitos cortados sin cliente. Claramente este número representa una disminución en los costos asociados.

Las mejoras implementadas sobre la señalización y documentación del almacén representan una optimización en los tiempos asociados a la búsqueda del material y por sobre todo un acatamiento del programa de producción.

Si bien los resultados son claramente favorables, su implementación fue complicada y en algunos casos no tuvo éxito debido a:

A) Resistencia al cambio

El ser humano se resiste a cualquier tipo de cambio. Este fue el principal factor que me impidió poder llevar a cabo las mejoras planteadas. Al momento de instruir a los operadores sobre las nuevas prácticas, los mismos no querían desarrollarlas debido a que se modificaría su forma actual de proceder; forma con la cual ya estaban cómodos.

B) Poder Gremial

Cabe destacar el poder de negociación que tiene el sector obrero. Este poder se potencia en el gremio y más específicamente en la Comisión Interna. Bastó con que los miembros de la comisión decidieran que los operadores no debían llevar a cabo las tareas propuestas para que estos siguieran dicha línea de pensamiento.

C) No mejorar más allá de lo requerido

El otro factor de oposición eran los intereses que se manejaban. Al momento de implementar una baja en los std. de descartes para no producir de mas, la jefatura decidió que no era el momento adecuado. En cierta manera, si nadie se había quejado de los std. hasta el momento, no hacía falta levantar la voz.

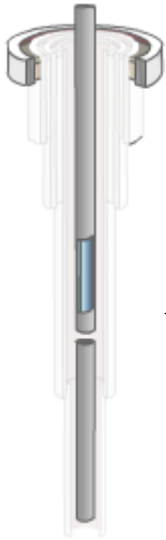
El cambio de una máquina o una línea si bien es técnicamente más complicado y requiere una mayor inversión, no lleva a un enfrentamiento con la fuerza laboral ya que por lo general la mejora de la tecnología implica una disminución del trabajo manual.

Al querer implementar cambios sobre la gestión del proceso se necesita un fuerte apoyo por parte de la jefatura. Apoyo que no siempre está presente.

Este trabajo me sirvió para poder consolidar los conocimientos adquiridos en el ITBA en un ámbito real de trabajo y poder experimentar en las fuerzas actuantes que se oponen y que apoyan un cambio.

ANEXOS

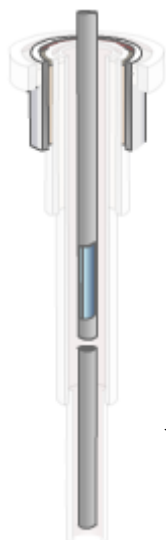
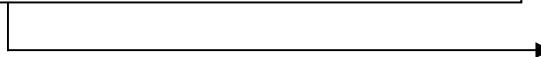
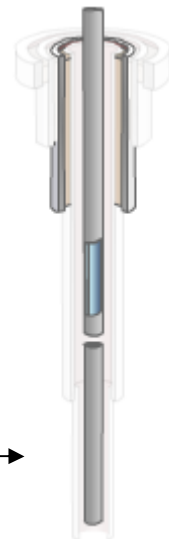
Anexo 1: “Gamas de productos Casing”



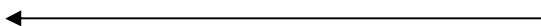
Conductor casing (tubería guía): es la primer sección en una columna. El mismo puede variar desde 7 hasta 42 pulgadas de diámetro externo y su longitud puede ir desde 20 pulgadas hasta cientos de pies. Provee sostén a formaciones inconsolidadas, aísla zonas acuíferas y brinda protección contra escapes de gas. Esta cañería se cementa hasta la superficie.



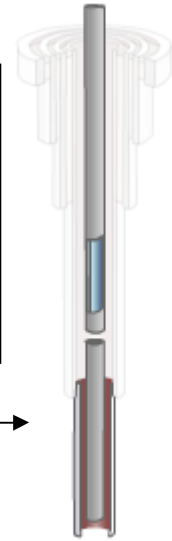
Protective casing: también llamada tubería intermedia. Suministra aislamiento en zonas inestables del pozo, en zonas de pérdidas de circulación, de bajas presiones y en capas productoras. Las presiones que tiene que soportar pueden ser considerables.



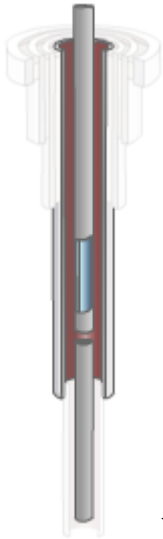
Surface casing (tubería de superficie): es la segunda línea (en los pozos no profundos puede llegar a ser la primer línea). Provee de soporte estructural al pozo. Protege las napas de agua fresca cerca de la superficie de contaminarse.



Production liner casing: forma parte de la tubería de producción. Está suspendida internamente de la parte inferior de la tubería previamente instalada y no se extiende hasta la superficie del pozo. Esto permite reducir costos y mejorar la hidráulica en perforaciones más profundas. Está por lo general cementada en toda su longitud.



Production casing (tubería de producción): es una secuencia de casing que se ubica a través del intervalo del reservorio y dentro de la cual se instalan los principales componentes de terminación. Por lo general, esta secuencia se instala dentro del surface casing (o el protective casing, dependiendo del diseño del pozo) y se cementa para sellar zonas productivas de los acuíferos. El production casing es la secuencia más interna y la última dentro de un pozo y es el único contenedor de presión del reservorio en caso de una fuga o falla en el tubing.



Drilling liner casing: es una secuencia de casing que no llega a la superficie. Los liners se cuelgan a los casing intermedios y se utilizan para extenderlos si es necesario. Son cementados en toda su longitud.

Drilling tie back casing: se utiliza para extender un liner hacia la superficie.

Optimización del proceso de fabricación de cuplas

Anexo 2: “Extracto seguimiento expedientes”

			Corte												Roscado									
Finalizado	Ciclo	Expediente	Maqui.	Comienzo	Finalizado	Buenas	Prog.	Delta	Descarte	Aumento R.	Aumento T.	Maqui.		Comienzo	Finalizado	Buenas	Prog.	Delta	Descarte	Aumento R.	Aumento T.			
OK	94008	8/5487.04	CPM2	20/08/2008	20/08/2008	177	161	16	3	1,03205128		PM10	API	21/08/2008	21/08/2008	175	156	19	2					
			TOTAL			177	161	16	3							175			2					
OK	94011	5/2893.01	CPM2	23/08/2008	23/08/2008	363	363	0	0			PM10	API	24/08/2008	24/08/2008	349	363	-14	14					
			TOTAL			363	363	0	0							349			14					
OK	94011	5/2880.01	CPM2	23/08/2008	23/08/2008	399	371	28	0			PM10	API	24/08/2008	25/08/2008	399	371	28	0					
			TOTAL			399	371	28	0							399			0					
OK	94024	5/1100.06	CPM2	21/08/2008	21/08/2008	655	643	12	1			PM10	API	21/08/2008	22/08/2008	648	643	5	7					
			TOTAL			655	643	12	1							648			7					
NO OK	94057	5/2360.03	CPMC	14/08/2008	15/08/2008	991	1005	-14	0			PM16	API	16/08/2008	17/08/2008	966	1005	-39	25					
			TOTAL			991	1005	-14	0							966			25					
OK	94109	5/1985.01	CPM2	28/08/2008	28/08/2008	164	168	-4	11			HEI4	PREMIUM	24/07/2008	26/07/2008	150	193	-43	12					
			CPM2	23/07/2008	23/07/2008	168	162	6	0			HEI2	PREMIUM	30/08/2008	01/09/2008	157	165	-8	4					
																				5				
			TOTAL			332	330	2	11							307			21					
OK	94123	5/3115.01	CBYO	21/08/2008	21/08/2008	355	353	2	0			HEI1	PREMIUM	25/08/2008	25/08/2008	199	340	10	1					
			TOTAL			355	353	2	0			HEI3	PREMIUM	26/08/2008	27/08/2008	151			3					
OK	94145	5/1301.02	CBO2	24/08/2008	24/08/2008	82	62	20	0			PMC7	API	24/08/2008	24/08/2008	82	62	20	0					
			TOTAL			82	62	20	0							82			0					
OK	94251	5/2912.01	CPMC	12/08/2008	12/08/2008	222	222	0	0			DAN4	PREMIUM	15/08/2008	20/08/2008	217	210	7	5					
			TOTAL			222	222	0	0							217			5					
OK	94345	5/2385.01	CPM2	11/08/2008	12/08/2008	821	807	14	2			PM10	API	11/08/2008	13/08/2008	784	784	0	21					
			TOTAL			821	807	14	2			PM16	API	06/08/2008	06/08/2008	0			16					
OK	94357	5/1362.01	CPM2	09/08/2008	11/08/2008	1005	1036	-31	1			PM10	API	10/08/2008	15/08/2008	992	1036	-44	13					
			TOTAL			1005	1036	-31	1							992			13					
OK	94357	5/2313.04	CPMC	02/08/2008	03/08/2008	500	462	38	11			PM16	API	03/08/2008	05/08/2008	494	462	32	28					
			CPM2	12/08/2008	13/08/2008	552	545	7	6			PM10	API	13/08/2008	15/08/2008	511	494	17	5					
			TOTAL			1052	1007	45	17							1005			33					
NO OK	94365	8/5614.14	CPM2	20/08/2008	20/08/2008	53	53	0	9			PM10	API	20/08/2008	20/08/2008	46	51	-5	7					
			TOTAL			53	53	0	9							46			7					
OK	94365	8/5614.24	CPM2	20/08/2008	20/08/2008	78	78	0	0			PM10	API	20/08/2008	21/08/2008	78	76	2	0					
			TOTAL			78	78	0	0							78			0					

Fuente: “Elaboración propia basado en datos reales de producción” – Agosto 2008

Anexo 3: “Tabla de descartes 1”

N° Exp	Corte	Roscado	Pelado	Prealesado	V.H.	Terminación
1	3	2	N/A	N/A	0	0
2	0	14	N/A	N/A	0	0
3	1	7	N/A	N/A	1	0
4	0	25	N/A	N/A	0	0
5	11	21	4	4	1	0
6	0	4	1	0	0	0
7	0	5	N/A	N/A	0	0
8	2	37	N/A	N/A	0	0
9	1	13	N/A	N/A	0	0
10	17	33	N/A	N/A	0	1
11	9	7	N/A	N/A	0	0
12	0	0	N/A	N/A	0	3
13	42	35	N/A	N/A	2	2
14	6	6	N/A	N/A	0	0
15	2	7	N/A	N/A	0	0
16	0	1	N/A	N/A	0	0
17	3	9	N/A	N/A	0	0
18	3	3	N/A	N/A	0	0
19	3	3	N/A	N/A	0	0
20	5	1	N/A	N/A	0	0
21	0	1	N/A	N/A	0	1
22	19	19	N/A	N/A	0	1
23	8	8	N/A	N/A	0	0
24	20	53	N/A	N/A	0	0
25	55	73	N/A	N/A	0	7
26	0	9	1	8	1	0
27	46	49	N/A	N/A	1	2
28	1	2	N/A	N/A	0	1
29	0	8	N/A	N/A	0	1
30	0	0	N/A	N/A	10	0
31	2	5	N/A	N/A	0	0
32	20	20	N/A	N/A	0	12
33	4	0	N/A	N/A	1	0
34	3	6	12	0	8	0
35	2	33	N/A	N/A	8	0
36	8	33	0	0	2	1
37	20	8	N/A	N/A	0	1
38	0	3	N/A	N/A	0	0
39	7	2	N/A	N/A	0	1
40	0	5	N/A	N/A	0	0
41	2	0	N/A	N/A	1	1
42	3	0	1	0	0	0
43	11	21	8	0	1	0
44	0	8	0	0	0	1
45	51	25	276	3	1	4
46	17	29	17	3	1	2
47	0	3	0	0	0	0
48	0	1	0	0	0	0
49	28	23	2	2	1	0

Fuente: “Elaboración propia basado en datos reales de producción” – Agosto 2008

Anexo 4: “Tabla de descartes 2”

N° Exp	Corte	Roscado	Pelado	Prealesado	V.H.	Terminación
50	6	9	N/A	N/A	0	0
51	0	5	N/A	N/A	0	0
52	51	57	N/A	N/A	0	0
53	8	25	N/A	N/A	0	0
54	44	24	N/A	N/A	0	27
55	85	39	N/A	N/A	2	8
56	106	109	N/A	N/A	0	26
57	56	31	N/A	N/A	0	11
58	68	34	N/A	N/A	2	16
59	16	10	N/A	N/A	1	1
60	40	9	1	1	4	0
61	30	16	N/A	N/A	1	0
62	86	68	N/A	N/A	0	0
63	6	2	N/A	N/A	0	2
64	7	4	0	0	0	0
65	0	1	0	0	0	0
66	0	6	36	1	1	0
67	2	12	1	1	1	0
68	15	15	N/A	N/A	0	0
69	0	0	N/A	N/A	1	2
70	28	186	N/A	N/A	8	9
71	26	34	N/A	N/A	32	3
72	0	44	N/A	N/A	5	2
73	141	165	6	19	12	4
74	19	18	8	0	4	0
75	5	38	0	4	2	0
76	0	2	N/A	N/A	0	0
77	5	1	N/A	N/A	0	0
78	44	73	34	8	5	3
79	15	20	9	2	0	0
80	1	1	N/A	N/A	0	2
81	68	68	N/A	N/A	0	27
82	0	37	11	0	5	1
83	30	11	N/A	N/A	0	0
84	22	17	N/A	N/A	0	2
85	55	70	N/A	N/A	7	0
86	0	4	N/A	N/A	3	0
87	0	31	0	0	0	0
88	0	42	8	0	0	4
89	40	54	0	0	0	0
90	64	15	0	1	0	2
91	3	13	0	0	0	1

Fuente: “Elaboración propia basado en datos reales de producción” – Agosto 2008

Anexo 5: “Extracto programa de producción de Corte”

Maqu.	Cat	Ciclo	DmTub	Esp	UTI	STD	DmCpl	Acero	D cupla	Trs	Tbs.	Secu	Alternativo	Pzs	T	M	Expediente
CBO2	PRO	94712	93,17	13	85,8	749,4	2 7/8	J55	EU	74	65	8706		4785			8/5733.04
	PRO	94712	93,17	13	85,8	749,4	2 7/8	J55	EU	74	68	8706		5000			8/5685.08
	PRO	93871	132,1	15,1	81	646,8	4,500	B/L245	LINE PIPE	95	22	8774	3408	2000			8/5686.02
	PRO	94994	114,3	15,8	80,7	418,6	3 1/2	P110	EU	42	55	8766	8522 colada.23842	2304	*		5/2464.01
	PRO	94545	141,3	14,5	81	402,2	5	K55	BUTTRESS	46	24	8808	Viene L1	1060		*	5/0287.03
CBYO	PRO	95013	132,08	20,19	76,4	318,4	4 1/2	TN95 SS	TSH WEDGE 563	38	27	8787		1000	*		5/3261.01
	PRO	94712	93,17	13	83,4	1074,4	2 7/8	J55	EU	74	140	8706		10300			8/5674.35
	PRO	95013	132,08	20,19	76,4	318,4	4 1/2	TN95 SS	TSH WEDGE 563	38	47	8787		1761	*		5/3261.01
STAM	PRO	94970	269,9	26,68	75,2	147,6	9 5/8	L80 TYPE	TS 3SB CASING	40	10	8747		362	*		5/2408.06
	PRO	94978	273,1	28,21	75,2	139,4	9 5/8	TN80 TH	TSH BLUE	38	9	8752	8660 - 8407 - 8260	330			5/4563.02
	PRO	94993	271,3	28,8	75,2	141,3	9 5/8	L80 TYPE	TSH BLUE	39	56	8765	Viene L2	2157	*		5/2408.08
	PRO	94441	269,9	27,22	70,2	97,2	9 5/8	TN 110 H	TSH 3SB CASING	36	47	8737	0/812313 Viene L2	1691	*	*	5/1424.02

Fuente: “Departamento de Programación” – Noviembre 2008

Anexo 6: “Instructivo – Cálculo cantidades a cortar”

1. Objetivo

Poner en conocimiento el procedimiento para realizar el cálculo de la cantidad de manguitos a cortar en las máquinas de corte al iniciar un turno en concordancia con el programa de producción.

2. Alcance

Aplica a todos los operadores de máquinas de corte de la Fábrica de Cuplas de Siderca.

3. Definiciones y Abreviaturas

3.1 Definiciones

Manguito: producto resultante del corte del semielaborado de cuplas (SECU). Constituye un tramo de longitud establecida por el tipo de cupla y de igual diámetro interno y externo al del SECU.

3.2 Abreviaturas

FACU: Fábrica de Cuplas

GESPRODI: Gestión de producción diaria detallada.

PSC: producción y stock de cuplas

SECU: semielaborado de cupla

4. Desarrollo

4.1 Introducción

Al inicio de cada turno, es de suma importancia que el operador de la máquina verifique cual es la cantidad de manguitos restantes a cortar del expediente que venia trabajando la maquina en el turno anterior. Mediante la utilización de los sistemas de gestión apropiados y la

verificación de las cantidades frente a lo programado, se logra evitar situaciones donde la cantidad final cortada por expediente supere en exceso a lo programado.

4.2 Programa de Producción

- El programa de producción de Lunes a Jueves considera la producción a realizar durante los turnos 1, 2 y 3 del día en cuestión.
- El programa del día Viernes considera la producción de los tres turnos de los días Viernes, Sábado y Domingo.

4.3 Inicio turno

4.2.1. Verificación material / cantidades en entrada y salida del centro

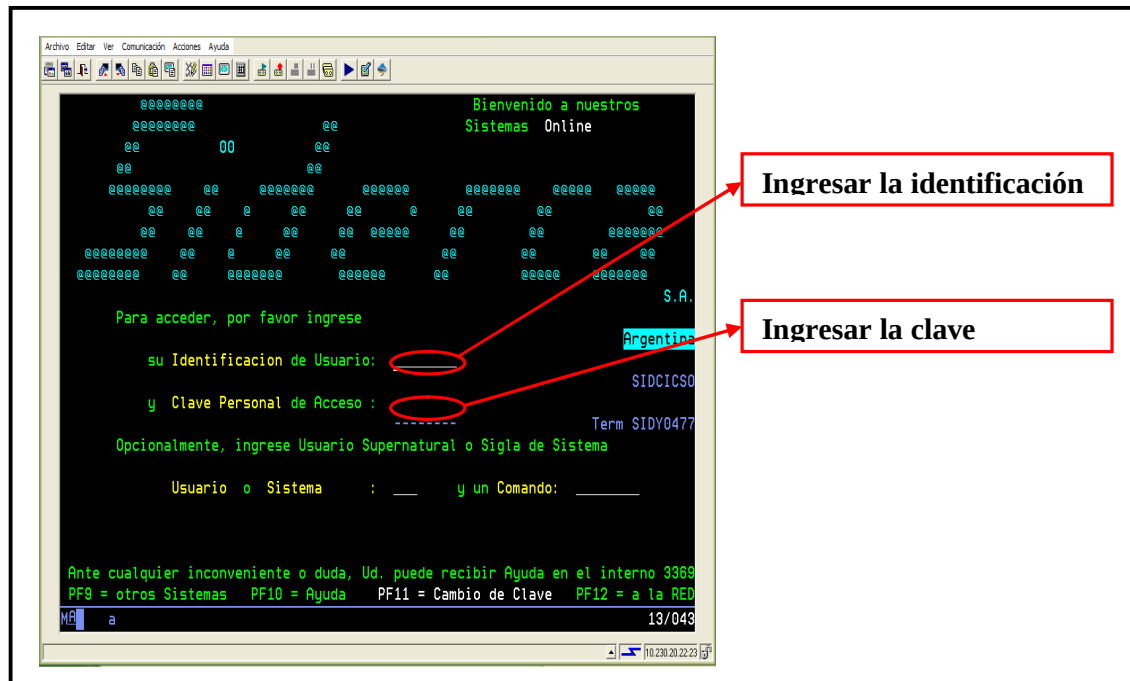
El operario al iniciar el turno debe verificar las siguientes cantidades:

- 1)_ Cantidad de SECUs en el bancal y registrarla en la planilla de control operativo de corte (FACUPLA-016/03).
- 2)_ Cantidad de manguitos en capacho en la salida de la maquina de corte y registrarla en la planilla de control operativo de corte (FACUPLA-016/03).

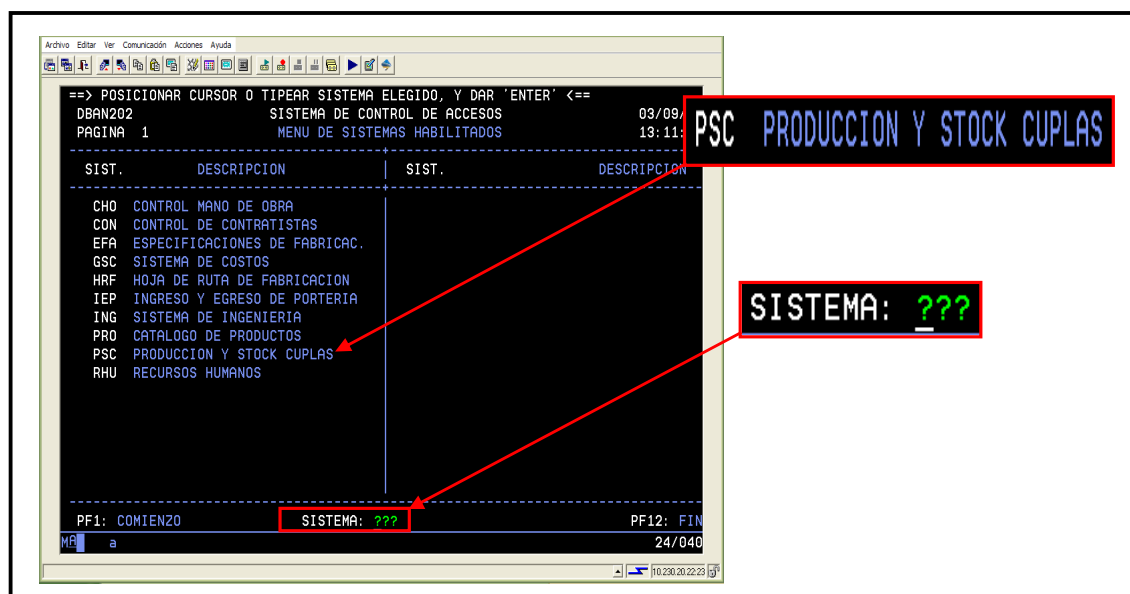
La verificación se realiza mediante el conteo de las cantidades.

4.2.2. Ingreso al comando

La producción realizada por cada cortadora en el turno y en el día queda detallada en los sistemas de producción y posibilitan el observar cual fue la producción llevada a cabo turnos atrás. Debido a esta característica, se utilizan los mismos para llevar a cabo el conteo de las cantidades a cortar.

Paso.1)_ Ingresar al sistema HOST**Paso.2)_ Ingresar al PSC**

Escribir las siglas del sistema **PSC** al costado derecho de la palabra **SISTEMA**, ubicada en la parte inferior de la pantalla.



Una vez ingresados los dos parámetros y al apretar enter la pantalla mostrará un detallado de la siguiente información acerca de lo que se produjo en el turno en cuestión:

- 1)_**Ciclo**: muestra el ciclo del SECU utilizado
- 2)_**Colada**: muestra la colada del SECU utilizado
- 3)_**Expediente**: muestra el número de expediente de la cupla
- 4)_**Extorno**: muestra el número de ciclo de la cupla
- 5)_**Diam**: muestra el diámetro externo de la cupla en mm
- 6)_**Trab**: muestra el número de manguitos cortados
- 7)_**Descar. Insp.:** muestra los descartes generados
- 8)_**Buenas**: muestra los manguitos totales buenos (Trabajados – Descartes)
- 9)_**Totales**: muestra la suma de los valores

CICLO	COLAD	EXPEDIENT	EXTORN	DIAM	ALARM	TRAB	DESCAR	BUENAS	% REND
8575	57774	5/3326.04	94564	269.88		121		121	99.30
8029	58853	5/3326.04	94564	269.88		169	2	167	100.00
TOTALES:						290	2	288	

4.2.3. Cálculo de la cantidad de manguitos faltantes a cortar de Martes a Viernes

1. El operario observa cual es el expediente que se estaba cortando en el turno anterior por medio del GESPRODI.
2. El operario verifica la existencia del expediente en el programa diario.

3. El operario verifica mediante la utilización del GESPRODI cuando se empezó a cortar el expediente.

4. Dependiendo el turno que inicia, el operario:

TURNO 1: suma las cantidades **BUENAS** realizadas el día anterior (ingresar la fecha del día anterior en el GESPRODI)

TURNO 2: suma las cantidades **BUENAS** realizadas el día anterior (ingresar la fecha del día anterior en el GESPRODI) y las **BUENAS** realizadas en el turno 1 del día actual en curso (ingresar la fecha del día en curso en el GESPRODI).

TURNO 3: suma las cantidades **BUENAS** realizadas en el día en curso (ingresar la fecha del día en curso en el GESPRODI).

5. Restar la cantidad programada para ese ciclo y expediente (cantidad que figura en el programa) menos el resultado obtenido en el paso anterior.

a. Turno 1 fijarse en el programa del día anterior.

b. Turno 2 fijarse en el programa del día anterior hasta que ingrese el programa del día en curso.

c. Turno 3 fijarse en el programa del día en curso.

6. Si hay alguna incongruencia en los valores, el operario debe notificar al supervisor antes de comenzar a cortar.

4.2.4. Cálculo de la cantidad de manguitos faltantes a cortar de Sabado a Lunes

1. El operario observa cual es el expediente que se estaba cortando en el turno anterior por medio del GESPRODI.

2. El operario verifica la existencia del expediente en el programa diario.

3. El operario que entra el Sábado y/o el Domingo verifica que día se inició el corte del expediente a partir del día Viernes (utilizar el GESPRODI e ir de atrás para adelante) y suma las cantidades **BUENAS**.

4. El operario que entra el día Lunes en el turno 1 o 2, verifica que día se inició el corte del expediente a partir del día Viernes (utilizar el GESPRODI e ir de atrás para adelante) y suma las cantidades **BUENAS**.
5. El operario que entra el día Lunes en el turno 3 suma las cantidades **BUENAS** del día (utiliza el GESPRODI en la fecha del día en curso).
6. Restar la cantidad programada para ese ciclo y expediente (cantidad que figura en el programa) menos el resultado obtenido en el paso anterior.
 - a. Turnos del día Sábado y Domingo por completo y los turnos 1 y 2 del día Lunes, deben fijarse en el programa del día Viernes.
 - b. Turno 3 del día Lunes debe fijarse en el programa del Lunes.
7. Si hay alguna incongruencia en los valores, el operario debe notificar al supervisor antes de comenzar a cortar.

Anexo 7: “Ayuda Memoria”

CONTEO CANTIDAD FALTANTE A CORTAR DE MARTES A VIERNES

Si inicia el TURNO 1: sumar los manguitos (**TRABAJADOS – DESCARTES**) del TURNO 1, 2 Y 3 del día anterior (**GESPRO_ TURNO 1, 2 y 3_ FECHA DÍA DE AYER**).

Si inicia el TURNO 2: sumar los manguitos (**TRABAJADOS –DESCARTES**) del TURNO 1, 2 y 3 del día anterior (**GESPRO_ TURNO 1, 2 y 3_FECHA DÍA DE AYER**) y el TURNO 1 del día actual (**GESPRO _TURNO 1_ FECHA DÍA ACTUAL**).

Si inicia el TURNO 3: sumar los manguitos (**TRABAJADOS – DESCARTES**) de los TURNOS 1 y 2 del día actual (**GESPRO _ TURNO 1 y 2_ FECHA DÍA ACTUAL**).

CONTEO CANTIDAD FALTANTE A CORTAR DE SABADO A LUNES

Sábado, Domingo y Turnos 1 y 2 del Lunes: sumar los manguitos (**TRABAJADOS – DESCARTES**) desde el TURNO 1 del día Viernes (**GESPRO _DESDE T1 VIERNES HASTA T2 LUNES_ FECHA VIERNES EN ADELANTE**).

Lunes Turno 3: sumar los manguitos (**TRABAJADOS – DESCARTES**) de los TURNOS 1 y 2 del mismo Lunes (**GESPRO _ TURNO 1 y TURNO 2 _ FECHA DEL LUNES**).

Anexo 8: “Extracto de Base de Datos Longitud secus”

Ciclo	Long. Cupla (mm)	Tramos secu	Long. secu (mt)	Diámetro (plg)	Ciclo	Long. Cupla (mm)	Tramos secu	Long. secu (mt)	Diámetro (plg)
93000	217	48	10,42	4 1/2	93050	263	25	6,58	5 1/2
93001	133,4	75	10,01	2 7/8	93051	263,5	25	6,59	7 5/8
93002	282	37	10,43	7	93052	269,9	43	11,61	9 5/8
93003	216	50	10,80	3 1/2	93054	123,8	88	10,89	2 3/8
93004	260,4	27	7,03	7	93055	228,6	41	9,37	7
93005	158,8	59	9,37	4 1/2	93056	269,9	46	12,42	9 5/8
93006	269,9	46	12,42	9 5/8	93057	254	35	8,89	7
93007	254	49	12,45	7	93058	304	24	7,30	7
93008	269,9	43	11,61	9 5/8	93059	254	37	9,40	4 1/2
93009	220	42	9,24	4 1/2	93060	158,8	59	9,37	4 1/2
93010	300	25	7,50	7	93061	186	53	9,86	3 1/2
93011	235	40	9,40	5 1/2	93062	133,4	74	9,87	2 7/8
93012	235	40	9,40	5 1/2	93063	217	46	9,98	4 1/2
93013	207	37	7,66	3 1/2	93064	185	39	7,22	3 1/2
93014	269,9	46	12,42	9 5/8	93065	207	37	7,66	3 1/2
93015	216	47	10,15	2 7/8	93066	643,2	15	9,65	5 1/2
93016	216	33	7,13	3 1/2	93067	185	39	7,22	3 1/2
93017	269,9	46	12,42	9 5/8	93068	320	33	10,56	9 5/8
93018	207	38	7,87	3 1/2	93069	304	26	7,90	7
93019	179	44	7,88	2 7/8	93070	185	39	7,22	3 1/2
93020	196,8	52	10,23	5	93072	207	38	7,87	3 1/2
93021	254	39	9,91	7	93073	304	26	7,90	7
93022	207	38	7,87	3 1/2	93074	133,4	74	9,87	2 7/8
93023	179	44	7,88	2 7/8	93075	184,2	57	10,50	7
93024	269,9	46	12,42	9 5/8	93077	158,8	59	9,37	4 1/2
93025	254	39	9,91	7	93078	155,6	66	10,27	4 1/2
93026	207	37	7,66	3 1/2	93079	292	26	7,59	7
93027	248,5	29	7,21	4 1/2	93080	235	35	8,23	5 1/2
93028	266,7	43	11,47	9 5/8	93081	225,4	30	6,76	4 1/2
93029	266,7	43	11,47	9 5/8	93082	269,9	46	12,42	9 5/8
93030	279,4	40	11,18	9 5/8	93084	269,9	46	12,42	9 5/8
93031	303	36	10,91	9 5/8	93085	254	39	9,91	7
93032	146	51	7,45	3 1/2	93086	209	52	10,87	3 1/2
93033	292	28	8,18	7	93087	292	28	8,18	7
93034	289	27	7,80	7	93088	314	25	7,85	7
93035	289	27	7,80	7	93089	330	36	11,88	9 5/8
93038	312	28	8,74	6 5/8	93090	292	28	8,18	7
93039	286,4	36	10,31	9 5/8	93091	314	25	7,85	7
93040	231,8	44	10,20	5	93092	279	31	8,65	5
93041	266,7	47	12,53	9 5/8	93094	209	34	7,11	3 1/2
93042	266,7	47	12,53	9 5/8	93095	216	34	7,34	3 1/2
93043	294	35	10,29	5 1/2	93096	209	34	7,11	3 1/2
93044	303	37	11,21	9 5/8	93097	161	50	8,05	2 7/8
93045	303	37	11,21	9 5/8	93098	303	37	11,21	9 5/8
93046	263	29	7,63	5 1/2	93099	220	49	10,78	4 1/2
93047	320	33	10,56	9 5/8	93100	235	40	9,40	5 1/2
93048	133,4	75	10,01	2 7/8	93101	163	67	10,92	2 3/8
93049	133,4	62	8,27	2 7/8	93102	158,8	59	9,37	4 1/2
					93103	133,4	74	9,87	2 7/8
					93104	185	39	7,22	3 1/2

BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, Ronald (2004). *“Logística Administración de la cadena de Suministros”*, Quinta Edición, Editorial Pearson Prentice Hall
- Eco, Umberto (2001). *“Cómo se hace una tesis”*, Editorial Gedisea
- Lipschutz, Seymour – Lipson, Marc (2003). *“Probabilidad”*, Segunda Edición, Editorial Schaum, ISBN 958-41-0134-X
- Yasuriho, Monden (1998). *“Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time”*, Third Edition, Spring, ISBN 0-412-83930-X

MATERIAL DOCUMENTAL NO BIBLIOGRÁFICO

- Tenaris (2006). *“Guía Introductora a Tenaris”*. Año 2006.
- Tenaris (2007). *“Tenaris Siderca Interactivo v 1.0”*. Año 2007.
- Tenaris (2007). *“Presentación impresa sobre descripción global de Tenaris”*. Año 2007.
- Bassi, Juan Carlos (2008). *“Presentación impresa sobre Herramientas de Mejora Continua en la materia Calidad”*. Año 2008.
- Tenaris (2008). *“Presentación impresa sobre comercial Front End”*. Año 2008.
- Tenaris (2008). *“Presentación impresa sobre Field Services”*. Año 2008.
- Tenaris (2008). *“Presentación impresa sobre FACU”*. Año 2008.
- Tenaris (2004). *“Presentación impresa sobre Uniones para aplicaciones especiales – Nuevas tecnologías”*. Año 2004

WEBGRAFÍA

- www.bakerhughesdirect.com
- www.ingenieria-de-yacimientos.blogspot.com
- www.oilproduction.net
- www.Tenaris.com
- www.Tenarishydril.com