

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS

**REDISEÑO DEL PROCESO DE CINCADO DE LA EMPRESA
METALQUIMICA GALVANO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA**

CEVALLOS ERAZO MARCELA BELEN

marc_belen13_@hotmail.com

DEFAZ VIZCAINO ANA LUCIA

anadefaz@yahoo.es

DIRECTOR: ING. DIEGO ESPINOSA

espinosadie@gmail.com

Quito, Diciembre 2008

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Marcela Belén Cevallos Erazo y Defaz Vizcaíno Ana Lucia, bajo mi supervisión.

Ing. Diego Espinosa
DIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotras, Cevallos Erazo Marcela Belén y Defaz Vizcaíno Ana Lucia declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Cevallos E. Marcela Belén

Defaz V. Ana Lucia

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y regalarme toda la felicidad que vivo.

A mis queridos padres por su invaluable apoyo, comprensión y generosidad.

A toda mi familia por su apoyo, amistad y cariño.

Al Ing. Diego Espinosa por su acertada dirección y valioso apoyo.

Al Ing. John Jairo Sánchez, Gerente de la empresa Metalquímica Galvano por su invaluable colaboración.

Marcela.

DEDICATORIA

A mi padre Antonio por todo el esfuerzo de una vida.

A mi madre Jaqueline por su apoyo, comprensión y amistad.

A mi hermana Melany con cariño.

Marcela.

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias principalmente a Dios por haberme permitido nacer y haberme dado unos buenos padres quienes me enseñaron todo lo bueno y lo malo de la vida.

También le agradezco sobre todo a mi madre Blanca, por estar siempre a mi lado con sus consejos y su ayuda en todo lo que necesite.

A mi padre Hugo, quien se sacrificó y se esforzó para que nunca me falte nada por su ejemplo de hombre luchador.

A mis hermanos por su apoyo y comprensión en los momentos más difíciles.

Y un agradecimiento muy especial a Verónica por su apoyo, paciencia y comprensión incondicional en estos últimos años.

Y gracias a todos mis profesores por haberme compartido sus conocimientos y un agradecimiento especial para mi profesor tutor Ing. Diego Espinosa, director del proyecto ya que con su paciencia, ejemplo y por haberme compartido una parte de sus conocimientos en el tema lo he logrado culminar.

Ana

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a:

A mi madre, a mi padre, a mis hermanos y
a mis sobrinas Tamara y Estefanía.

Ana

CAPÍTULO I	1
MÉTODOS DE LIMPIEZA SUPERFICIAL	1
1.1 PROCESO ELECTROLITICO	1
1.2 PREPARACION DE LA SUPERFICIE	2
1.3 TRATAMIENTO MECANICO	2
1.3.1 DESBASTADOS	3
1.3.2 PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS DE AMOLADO Y PULIDO	3
1.3.3 ABRILLANTADO DE METALES	4
1.3.4 LIMPIEZA Y PULIDO EN TAMBORES	5
1.3.5 PULIDO ELECTROLÍTICO	5
1.4 DESENGRASE	6
1.4.1 TIPOS DE DESENGRASE	7
1.5 DECAPADO	9
1.5.1 DAÑOS QUE PRODUCE EL DECAPADO E INHIBIDORES	11
1.6 ACTIVADO:	11
1.6.1 FLUXADO	12
CAPÍTULO II	13
PROCESO DE ACABADO	13
2.1 RECUBRIMIENTO	13
2.1.2 RECUBRIMIENTOS DE CONVERSIÓN	13
2.1.2 RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS:	14
2.1.3 RECUBRIMIENTOS METÁLICOS	14
2.1.4 RECUBRIMIENTOS NO METÁLICOS	16
2.2 RECUPERADOR	18
2.3 ENJUAGUE	19
2.4 PASIVADO	20
2.5 CROMATIZADO	23
2.6 SECADO	24
CAPÍTULO III	25
RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS	25
3.1 ELECTROLITOS	25
3.1.1 LEYES DE FARADAY	26
3.1.2 PRODUCCION Y DESCARGA DE IONES	28
3.1.3 CORRIENTE	29
3.1.4 DENSIDAD DE CORRIENTE	30
3.2 TIPOS DE ELECTROLITOS	33
3.3 FORMAS DE PROTECCIÓN	34
3.3.1 PROTECCIÓN CON EFECTO DECORATIVO	34
3.3.2 DECORACIÓN SIN EFECTO DE PROTECCIÓN	34
3.3.3 PROTECCIÓN SIN EFECTO DECORATIVO	34
3.3.4 MODIFICACIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS	34
3.4 FORMAS DE LA PIEZAS PARA EL RECUBRIMIENTO	35
3.4.1 CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PIEZAS A RECUBRIRSE ELECTROQUÍMICAMENTE	36
3.5 DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES PROCESOS ELECTROLITICOS	37

3.5.1	CINCADO	37
3.5.2	COBREADO	39
3.5.3	CROMADO	41
3.5.4	NIQUELADO	44
3.5.5	ANODIZADO	45
CAPÍTULO IV.....		47
EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE CINCADO DE LA EMPRESA METALQUÍMICA GALVANO.....		47
4.1	ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA PLANTA	47
4.2	COSTOS ACTUALES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN	49
4.2.1	INFORMACION GENERAL DEL PROCESO	49
4.2.2	ANÁLISIS DE COSTOS	50
4.4	ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA	57
4.5	ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN	58
CAPÍTULO V.....		60
REDISEÑO DEL PROCESO DE CINCADO		60
5.1	SUELO.....	60
5.2	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	61
5.3	RECTIFICADORES	62
5.4	CONDUCTORES.....	63
5.5	BASTIDORES O ARMADURAS PORTA PIEZAS.....	63
5.6	ÁNODOS	65
5.7	PRETRATAMIENTO DE AGUA.....	66
5.8	FILTRADO	68
5.9	TAMBORES Y CUBAS.....	68
5.10	AGITACION Y MOVIMIENTO DE LOS BAÑOS	70
5.11	PURIFICACIÓN DE LOS BAÑOS.....	72
5.12	PURIFICACIÓN ELECTROLÍTICA DE LOS BAÑOS	74
5.13	PROCESO DE SECADO	75
CAPÍTULO VI.....		77
SEGURIDAD OCUPACIONAL Y DE MEDIO AMBIENTE APLICADOS AL NUEVO DISEÑO.....		77
6.1	USO DE QUÍMICOS.....	77
6.2.1	USO DE FICHAS TÉCNICAS Y SEGURIDAD	77
6.2	PERDIDA DE QUÍMICOS POR ARRASTRE	78
6.2.1	MINIMIZACIÓN DE ARRASTRES	78
6.3	EFFECTOS AMBIENTALES GENERALES	80
6.3.1	RESÍDUOS LÍQUIDOS	81
6.3.2	RESIDUOS SÓLIDOS	81
6.3.3	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	81
6.3.4	MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS	81
6.4	IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS EN EL NUEVO DISEÑO	82
6.4.1	HIGIENE EN EL TRABAJO	83
6.4.2	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	84
6.4.3	COMO IMPLEMENTAR ESTE SERVICIO	84

6.4.4 NORMATIVAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS TRABAJADORES
90

CAPÍTULO VII.....	92
EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO DISEÑO.....	92
7.1 ANÁLISIS DE COSTOS DEL REDISEÑO	92
7.2 ÁNÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	92
7.2.1 ÁNÁLISIS DE COSTOS (MENSUAL)	93
7.3 EVALUACIÓN DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LA PRODUCCIÓN ..	97
7.4 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	102

RESUMEN

Los procesos electrolíticos son sistemas de electro deposición de metales, en el que pasar corriente continua a través de un electrolito produciendo intercambio de iones, el ánodo libera iones a la solución y el cátodo (material a ser recubierto) libera electrones, dejando la superficie provista para que los iones libres se adhieran a la superficie. El proceso modifica ciertas propiedades de la superficie del material como, mayor resistencia a la corrosión, resistencia al rayado y fricción, sustrato de anclaje para pinturas, propiedades ópticas.

La superficie al ser sometida a éste proceso debe ser lo más lisa posible, libre de grasas, óxidos, etc., para éste fin se emplean sistemas de limpieza como el desbastado, pulido, decapado, desengrase, etc., que garantizan la adherencia del metal en el proceso electrolítico. Una vez concluido el proceso de galvanizado el material es sometido a un sistema de sello, éste consiste en sumergir el material en baños a base de cromo, que mejoran las propiedades del galvanizado.

En el caso de la empresa Metalquímica Galvano se analiza el estado físico de la planta actual, el costo de producción, los tiempos empleados en el proceso y consecuentemente la distribución de equipos.

En la propuesta de rediseño se hace énfasis en las instalaciones y equipos, sugiriendo los mejores materiales y métodos para una correcta adecuación de la planta de galvanizado; sin dejar de lado la seguridad en el trabajo, siendo parte de este, el control de uso de químicos que una vez utilizados son potencialmente materias contaminantes del medio ambiente y del personal de trabajo, la implementación de normas de control y de seguridad industrial son de gran importancia.

Una de las ventajas que presenta este proyecto es que se puede conocer más a fondo el proceso que utilizan las empresas ecuatorianas para realizar este tipo de recubrimientos superficiales, las ventajas y desventajas que presenta el mismo , además de conocer la calidad del producto final.

INTRODUCCIÓN

El rediseño del proceso de cincado de la empresa Metalquímica Galvano se realizó mediante la aplicación de métodos y tiempos, programación de la producción elementos indispensables para mejorar la producción.

Se procedió a:

- Implementar cambios y mejoras en el proceso de galvanizado de la empresa Metalquímica Galvano.
- Optimizar tiempos de trabajo.
- Llevar un control eficaz del personal, del proceso en general, materia prima, garantizando la mejor calidad.
- Minimizar el grado de contaminación producido por los gases emitidos, además de lodos obtenidos en el proceso.

El proyecto tiende a seguir una secuencia básica de fácil entendimiento; con planos, hojas de procesos y anexos, detallando la información necesaria para una mejor interpretación, considerando las exigencias del caso. Se puede indicar que el objetivo planteado se lo ha logrado con óptimos resultados.

Todos los capítulos incluyen la teoría que justifica cada paso que se ha seguido:

El primer capítulo hace una breve referencia general de la preparación de la superficie de los materiales lo cual es necesario, para poder entender todo lo relacionado con el tema. Se ha puesto mayor énfasis en mostrar los materiales más utilizados para realizar la limpieza de la superficie.

En el segundo capítulo se detalla los recubrimientos existentes.

En el tercer capítulo, se procede a describir los diferentes recubrimientos electrolíticos y su aplicación.

En el cuarto capítulo, esta la evaluación actual de la planta detallando todos los inconvenientes que se presenta el proceso de cincado y los diferentes requerimientos de la misma.

En el quinto capítulo, se encuentra la propuesta para el rediseño del proceso de la planta en cual esta claramente detallado la inversión que debe realizarse para mejorar el proceso.

En el sexto capítulo, se encuentra la seguridad ocupacional y de medio ambiente la cual es indispensable para el desarrollo del proyecto por el uso de sustancias químicas que pueden causar graves lesiones.

En el séptimo capítulo, se encuentra el análisis de la implementación del nuevo diseño, en el cual se detalla el análisis de costos y de procesos de producción.

Finalmente, después de cumplir con el objetivo del presente trabajo se dan las conclusiones y recomendaciones.

En los anexos, se exponen planos sobre las opciones analizadas para el rediseño, tablas.

CAPÍTULO I

MÉTODOS DE LIMPIEZA SUPERFICIAL

1.1 PROCESO ELECTROLITICO

Un proceso electrolítico se basa en los cambios químicos producidos por la corriente eléctrica, lo cual implica:

- Una fuente generadora de energía continua
- Una cuba o reactor electrolítico
- Un electrolito
- Un ánodo
- Un cátodo

El recubrimiento se lleva a cabo en el reactor donde se encuentra almacenado el electrolito (solución que tiene el metal al ser depositado en forma iónica). Una vez generada la corriente eléctrica por la fuente de energía continua pasa a través del reactor, el ánodo (metal del mismo origen del electrolito) comienza a aportar iones a la solución. El cátodo (objeto a ser recubierto) recibe estos iones metálicos liberando a su vez los electrones y dejando el metal en su superficie en estado metálico, como se muestra en la figura 1.

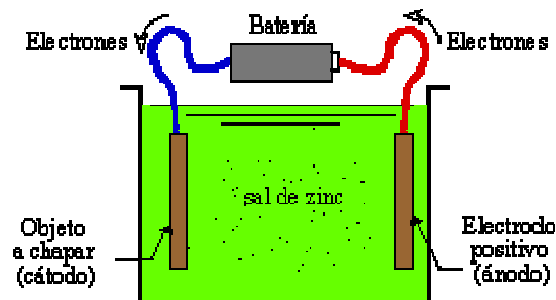


Fig. 1 Galvanización en frío.

Fuente: www.infocomm.com

En general, los procedimientos tienen como finalidad modificar las propiedades de la superficie a recubrir. Éstas pueden estar asociadas a motivos decorativos o funcionales, por ejemplo:

- Aumento de resistencia a la corrosión.
- Aumento de resistencia al ataque de sustancias químicas.
- Incremento de la resistencia a la fricción y al rayado
- Mejoramiento de propiedades eléctricas
- Mejoramiento de propiedades ópticas
- Ofrecer sustrato de anclaje para pinturas

La operación de recubrimiento electrolítico, incluye tres etapas básicas: Preparación de la superficie, tratamiento y acabado.

1.2 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La preparación de la superficie, la limpieza y la creación de condiciones químicas apropiadas en la pieza a ser tratada, son esenciales para asegurar que el recubrimiento se comporte adecuadamente una vez que la pieza entre en uso. Si su superficie no se encuentra limpia, es muy probable que los recubrimientos no se adhieran adecuadamente a la superficie ni evite la formación de corrosión en ella.

Las técnicas de preparación de la superficie pueden incluir desde una simple limpieza abrasiva con baños ácidos, hasta complejos procesos químicos de limpieza múltiple, lo cual dependerá del tipo de recubrimiento a realizar.

1.3 TRATAMIENTO MECANICO

En esta etapa se eliminan las asperezas o defectos de las superficies y otras imperfecciones físicas que pueden influir en el buen recubrimiento de la pieza. Para ello, la pieza se somete al proceso de pulido por medio de equipos como vibradores, sistema de bandas abrasivas, cepillado, pulido y rectificado etc., las cuales pulen la superficie. En menor medida se aplica la técnica del chorreado

que permite eliminar junto con las asperezas y defectos de la superficie, los aceites, óxidos y restos de finos de mecanizado.

1.3.1 DESBASTADOS

En el desbastado las aristas salientes de los granos de la muela, su movimiento sobre la superficie metálica del cuerpo que se trabaja levantan muchísimas virutas pequeñas procedentes de sus desigualdades cuanto mayor sean las desigualdades naturalmente será mayor la cantidad de material a desbastar y más gruesos deberán ser los granos de la muela y estos más finos cuanto mayor sea la finura de la superficie a trabajar. Para una realización económica del proceso y el cumplimiento de determinadas exigencias en la elaboración de superficies se necesitan no solo diversos tipos de abrasivos, sino también diferentes tamaños de granos conglomerantes, varios grados de dureza de los granos, diversas formas de las muelas, etc.

Se distingue dos clases de abrasivos:

- Naturales
- Artificiales

En ambos grupos es común su dureza y condición granular vitrificada.

Los abrasivos artificiales exceden a los abrasivos naturales por su extrema pureza, simetría, homogeneidad, de composición y costo-residuo. Por lo cual hoy en día se emplean los abrasivos artificiales, especialmente el corindón obtenido en horno eléctrico y el carburo de silicio.

1.3.2 PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS DE AMOLADO Y PULIDO

El tamaño de las partículas, la dureza, la forma de rotura, tamaño y configuración de los granos, capilaridad de los elementos de esmerilado ejercen el máximo influjo sobre la calidad del esmerilado

- *Tamaño de los granos:* según el amolado que haya de ejecutarse, sea de desbaste, preparatorio, fino o muy fino, así debe ser el tamaño que se exija para los granos, cuyas dimensiones oscilan entre 2.5mm y varias centésimas de milímetro.
- *Dureza:* la resistencia a la rotura o astillamiento juega un gran papel en el aprovechamiento de los granos de abrasivos.
- *La forma de los granos:* es de importancia para el amolado, por que los de muchas aristas cortantes y esquinas puntiagudas poseen numerosos cortes para arrancar virutas microscópicas a la pieza que se trabaja. El amolado mantiene los objetos fríos en tanto que los granos embotados conducen al embalse de la muela y a un fuerte calentamiento del objeto que se esmerila.

1.3.3 ABRILLANTADO DE METALES

Se emplea discos de muselina de diversos espesores y grados de rigidez, cosidos y, por tanto, de efecto duro o sueltos, sujetos solo en su parte central de efecto suave. Los discos utilizados para el abrillantado son mas suaves y baratos que los de pulimentación, cuanto mas próximos estén las costuras tanto mas macizo es el disco, a menudo los discos van provistos en una costura en forma de espiral.



Fig. 2 Disco de tela para abrillantado.

Fuente: www.discosabrasivos.net/abrasivos_pulir.htm

1.3.4 LIMPIEZA Y PULIDO EN TAMBORES

Su campo de acción se ha ido ampliando de tal manera que actualmente no solo puede llevarse acabo el frotado en el tambor sino también, el esmerilado, pulido y limpieza. Este sistema es de aplicación ante todo, para pequeñas piezas de hierro, acero, hierro colado, aluminio, cobre y latón, estampadas, forjadas, etc., que no sea de paredes muy delgadas, tengan cantos vivos que puedan estropearse durante la operación. Se debe calcular unas revoluciones de manera que las piezas no caigan sino que rueden unas sobre otras, logrando su objetivo, según el estado de las superficies y la materia mezclada, arena, serrín, residuos de cuero, etc.

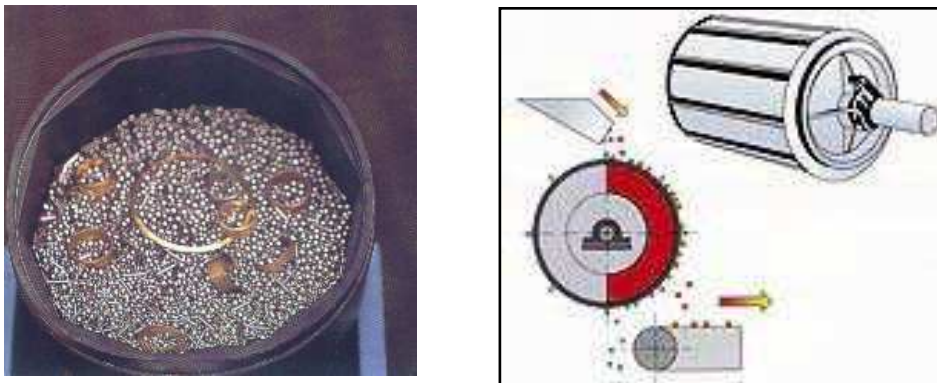


Fig. 3 Pulido de piezas en tambores.

Fuente: www.olrnet.com/ima/prodsup4,1.htm

1.3.5 PULIDO ELECTROLÍTICO

Este procedimiento consiste en tratar a los metales con elevadas densidades de corrientes, anódicamente, en electrolitos fuertemente ácidos y casi sin agua, en los cuales los metales son pocos solubles. En el pulido electrolítico no se tiene un brillo de espejo como el que se consigue con otros discos, sin embargo da gran reflexión de luz.

Este procedimiento es recomendado para metales duros, aleaciones y aceros inoxidable. El pulido electrolítico exige una reducida y sencilla mano de obra pero en cambio tiene la desventaja del gasto de un tratamiento electrolítico y una elevada intensidad de corriente.

1.4 DESENGRASE

Normalmente es necesario realizar un tratamiento de desengrase (por lo general alcalino) para eliminar los residuos de aceites y grasas, tales como aceites de corte procedentes de procesos de fabricación anteriores (laminado en frío, embutición, mecanizado). No es recomendable la realización de un desengrase con disolventes ya que redistribuye el contaminante como una película fina continua de grasa sobre la pieza.

Los baños de desengrase tienen en su composición agentes tensoactivos que emulsionan los aceites y las grasas adheridos a la superficie de la pieza. La efectividad del baño de desengrase depende fundamentalmente de la concentración de los agentes desengrasantes, temperatura del propio baño y duración del tratamiento.

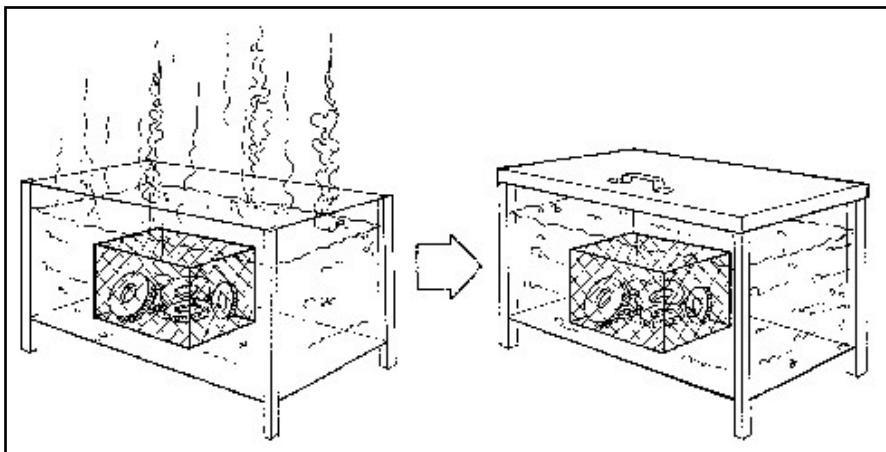


Fig. 4 Desengrase electrolítico.

Fuente: http://training.itcilo.et/actrav_cdrom2/es/osh/kemi/7-19.jpg

En algunos casos se utilizan desengrases decapantes, baños en los que se realiza simultáneamente el desengrase y el decapado. Sin embargo este tipo de baños aumentan la carga orgánica del propio baño cuando está agotado, dificultándose su valorización.

El desengrase puede efectuarse básicamente de dos maneras:

- Utilizando solventes orgánicos
- Utilizando soluciones alcalinas con poder emulsificador

Dentro de las sustancias que se emplean en la industria se encuentran solventes orgánicos comunes, dispersos en un medio acuoso con la ayuda de un agente emulsificador, sin embargo no es común que se utilicen desengrasantes orgánicos.

La limpieza con el segundo método utiliza menos químicos que el desengrase con solventes, dado que la concentración de estos es menor.

En general el desengrase incluye dos operaciones básicas:

- Macrodesengrase: para remover grasa pesada. Utiliza principalmente solventes orgánicos o gasolina.
- Microlimpieza: para remover grasas que aún se encuentran en el metal. Se puede realizar por vía electrolítica con una acción mecánica de remoción física y por vía química, saponificando la grasa para convertirla en jabón.

1.4.1 TIPOS DE DESENGRASE

1. Quemado: Un sistema eficaz para eliminar la mayoría de los aceites solubles, lubricantes, para quitar las pinturas, barnices o pavón en artículos de grandes dimensiones, es la completa inmersión en el baño de zinc. Así se queman la grasa y la pintura y se puede proceder al decapado normal.

2. Limpieza manual: Se aconseja aplicar cualquier disolvente o quita pintura con una brocha para limpiar pequeñas partículas o pequeñas marcas de rotulador, etc.

3. Desengrase ácido: Proceso lineal de producción, cuando el material está ligeramente engrasado, es la utilización de una solución desengrasante con pH ácido en frío. Está compuesta por una disolución entre pH 2 y 2,5.

Los baños de desengrase ácidos se componen de ácidos inorgánicos como el ácido clorhídrico y/o fosfórico, solubilizantes y agentes anticorrosivos. Este tipo de baños forman emulsiones de aceite estables, por lo que no es posible la separación de aceites y grasas para su eliminación periódica del baño. De la misma forma tampoco son adecuadas las instalaciones de ultrafiltración, ya que los agentes tensoactivos empleados en este caso, debido a su tamaño molecular, se separan junto con los aceites y grasas emulsionados, disminuyendo bastante la calidad del baño, siendo necesario la adición de estos tensoactivos, por lo que la instalación no sería rentable.

Es recomendable realizar un lavado tras el desengrase ácido, ya que de esta forma se minimiza el arrastre de sustancias orgánicas al siguiente baño de decapado.

La temperatura de trabajo de los baños de desengrase de este tipo suele ser relativamente baja, entre 20° C y 40° C.

4. Desengrase alcalino: El proceso de desengrase más común y efectivo utilizado en el galvanizado es una solución alcalina a temperatura. Se distingue entre los desengrases alcalinos de alta temperatura (alrededor de 85°C) y los de baja temperatura (a partir de 40°C).

La composición básica de los baños de desengrase es el hidróxido sódico al que suelen añadirse otras sustancias con propiedades alcalinas como carbonato sódico, silicatos sódicos, fosfatos alcalinos, bórax, etc. Así mismo, se añaden agentes tensoactivos específicos (jabones), emulsionantes y dispersantes que facilitan la limpieza.

Este tipo de baños es más eficaz que el anterior, pero en este caso es necesaria la existencia de una etapa de lavado intermedia previa al proceso de decapado, para evitar la neutralización paulatina del baño de decapado debido al arrastre de solución del desengrase.

Los sistemas de desengrase alcalinos pueden ajustarse para que se formen emulsiones menos estables. De esta forma, sería posible la separación de los aceites y grasas, mediante dispositivos especiales, prolongándose la vida del baño. Además, en este caso sí sería factible la utilización de instalaciones de ultrafiltración.

1.5 DECAPADO

El objetivo del decapado es eliminar las capas de óxidos metálicos, la cascarilla de fabricación, el óxido de recocido y el orín formada en la superficie de las piezas metálicas debido al contacto entre éstas y la atmósfera, por lo tanto es un proceso que se realiza si el tipo de recubrimiento es de efecto protector.

Debido a la poca uniformidad de los materiales que se envían a galvanizar, no existe tiempo exacto de decapado ya que ni la concentración de las cubas, ni la cantidad de óxido que traen los materiales son uniformes. Como consecuencia se utiliza la inspección visual como método más adecuado para controlar el estado de decapado de los materiales.

Las cubas de decapado contienen, inicialmente, ácido clorhídrico diluido al 14% en peso. Este ácido se obtiene diluyendo ácido clorhídrico comercial al 33% en peso con un volumen igual de agua. La concentración se regula mediante la periódica adición de ácido concentrado.

En las cubas de decapado, se van introduciendo utillajes y demás materiales en función de la concentración de ácido existente en cada cuba. El responsable del decapado, debe comprobar que los materiales, al extraerlos después de un tiempo determinado casi siempre por el ritmo productivo, tienen un aspecto visual conforme a lo indicado.

En caso de que el decapado del material no sea correcto, se volverá a sumergir el material en la cuba hasta que se encuentre dentro de los límites requeridos.

Para lograr que el ácido ataque únicamente el óxido y no al acero, se emplean inhibidores que atacan al óxido sin afectar a la velocidad de decapado. Los inhibidores, aumentan la vida del baño y limitan las emisiones de vapores ácidos a la atmósfera ya que están formados por compuestos que evitan estas emisiones. Son un factor importante en el acabado del material ya que permiten obtener una superficie más lisa.



Fig. 5 Piezas antes y después del decapado.

Fuente: www.anodizadosoliva.com

El decapado se realiza sumergiendo las piezas en una solución que puede ser ácida o alcalina dependiendo del tipo de proceso.

➤ Las soluciones alcalinas: generalmente están conformadas por hidróxidos y carbonatos que comprenden el mayor porcentaje de la solución, aditivos orgánicos o inorgánicos que promueven el mejor decapado y surfactantes. Generalmente el decapado con soluciones alcalinas es acompañado por una acción mecánica como el ultrasonido o por potencial eléctrico.

➤ Las soluciones ácidas: pueden estar constituidas por ácidos como el sulfúrico, clorhídrico o fluorhídrico y su uso dependerá del tipo de metal que se este limpiando. La concentración de estas soluciones generalmente se encuentra al 50% de ácido debidamente inhibido para evitar un ataque excesivo a la pieza.

Al ir aumentando la concentración de impurezas en el baño, la eficacia del decapado decrece. Para mantener la concentración del baño dentro de los límites adecuados para el uso, este tiene que ser realimentado mediante

reposición de ácido nuevo en cantidades variables en función del nivel de contaminación. Después del decapado de las piezas se enjuagan en un tanque con agua para evitar el arrastre de ácido a las siguientes etapas del proceso.

1.5.1 DAÑOS QUE PRODUCE EL DECAPADO E INHIBIDORES

En la operación de decapado no puede evitarse que el ácido actúe sobre el hierro con brillo metálico, por que las capas de óxido tienen espesores desiguales, presentando grietas y resaltes. Por lo cual los óxidos no actúan solo en la disolución o en el desprendimiento de las escamas, sino en parte también del metal.

La absorción de hidrógeno en el decapado es muy favorecida por las impurezas en el ácido para decapar de arsénico, antimonio, sulfhídrico y otros, este también en los objetos de hierro sobre decapados fuertemente tratados con hidrogeno, los depósitos galvánicos no se adhieren bien, el hidrogeno absorbido por el hierro lo expulsa en gran parte durante un largo almacenaje o por calentamiento. Además de estos perjuicios tecnológicos un fuerte desprendimiento de hidrogeno produce también daños en la salud, ya que con ello el ácido del decapado se extiende en forma de fina niebla.

Añadiendo un inhibidor no solo se ahorra ácido, sino también metal. La cantidad a añadir del inhibidor es del 0.05% aproximadamente. El inhibidor tiene el inconveniente de que la película de absorción que se forma sobre la superficie del metal origina perturbaciones en el galvanizado, fosfatado, etc. por ello es preciso un tratamiento por inmersión en alcálisis, ácidos sin inhibidor o por rociados con agua a presión

1.6 ACTIVADO:

El proceso de activado se utiliza para asegurar que no se forme una capa de óxido sobre la superficie del metal, antes de pasar a los baños de recubrimiento electrolítico, pues esa capa de óxido puede dar lugar a la mala conducción

eléctrica. En esta operación se emplean soluciones ácidas diluidas, que además de eliminar la capa de óxido, permite eliminar manchas generadas por compuestos orgánicos y/o inorgánicos adheridos a las piezas.

1.6.1 FLUXADO

El fluxado es una disolución de cloruro de amonio y cloruro de zinc en una relación óptima de una molécula de cloruro de zinc por cada dos de cloruro de amonio (llamada sal doble), en una concentración aproximada de 500 gramos/litro de dicha sal doble, y a una temperatura en el entorno de los 60 grados centígrados.

Esta solución, se mantiene en una cuba metálica, y en ella, se sumergen las piezas, una vez decapadas, manteniéndolas el tiempo suficiente para que la sal quede depositada en todas las superficies, tanto interiores como exteriores. Las principales funciones del fluxado son las siguientes:

- 1.- Limpiar la superficie de las piezas activándolas para que el acero reaccione mejor con el zinc fundido.
- 2.- Disminuir el riesgo de salpicaduras cuando se sumergen en el baño piezas húmedas, ya que se calientan al pasar por la disolución de flux.
- 3.- Este precalentamiento ayuda a evitar su deformación, particularmente en los materiales de chapa.

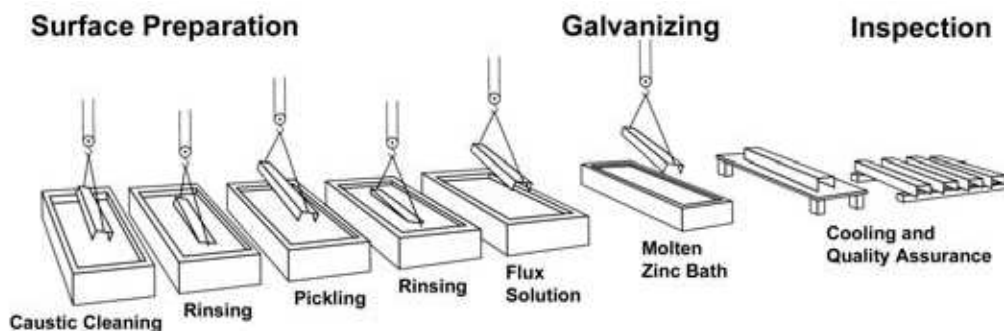


Fig. 6: Proceso de galvanizado en caliente.

Fuente: www.galvanizedrebar.com/Documents/Publication/Specifiers%20Guide%20To%20Rebar%200504.pdf

CAPÍTULO II

PROCESO DE ACABADO

2.1 RECUBRIMIENTO

Una vez que la superficie se encuentre en condiciones óptimas para el recubrimiento se inicia el proceso de tratamiento, el cual depende del uso que se dará a la pieza a ser tratada.

El recubrimiento se logra utilizando un potencial eléctrico y altas temperaturas para facilitar el desplazamiento de los iones y aumentar la velocidad de reacción entre las superficies de la pieza y los iones depositados. Dentro los diferentes acabados se encuentran entre otros: Latón, Oro, Níquel, Cromo, Galvanizado (Cinc), Plata.

2.1.2 RECUBRIMIENTOS DE CONVERSIÓN

Los recubrimientos de conversión son aquellos que se producen por efecto de una conversión química de la superficie de un sustrato metálico, y cuya finalidad es proteger al sustrato de la corrosión o modificar sus propiedades tribológicas o de adherencia.

Uno de los más comunes procesos que involucran la formación de un recubrimiento de conversión es el fosfatizado de metales.

Esta película de fosfato tiene tres aplicaciones principales:

- Como medio de retención de aceites anticorrosivos para protección del sustrato.
- Como base para mejora del anclaje de la pintura en sustratos que requieren ser pintados y para prevención de la corrosión bajo la pintura.
- Como medio de retención de aceites lubricantes para procesos de maquinado.

2.1.2 RECUBRIMIENTOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS:

El uso de recubrimientos orgánicos e inorgánicos para proteger sustratos contra la corrosión, requiere de la evaluación de sus propiedades protectoras para la aplicación específica a la que se destinan.

Debido a que los procesos de corrosión son fenómenos netamente electroquímicos, una forma adecuada de evaluar estas propiedades protectoras es mediante técnicas electroquímicas: Polarización lineal, polarización potenciodinámica, espectroscopia de impedancia.

2.1.3 RECUBRIMIENTOS METÁLICOS

Para lograr que la capa protectora tenga carácter metálico, es necesario recurrir a procedimientos de índole diversa, como la electro deposición y la electroforesis (electrolíticos), la inmersión en caliente (físico-químico) y la difusión o cementado (termoquímico).

Técnicas electrolíticas de recubrimiento.

Las técnicas electrolíticas que se emplean para el recubrimiento de objetos reciben el nombre genérico de galvanotecnia. En este gran grupo se incluyen dos procedimientos básicos que pueden adoptar diferentes modalidades de trabajo: la galvanoplastia y la galvanostegia.

Galvanoplastia.

Se obtienen objetos de superficie metálica a partir de moldes o matrices no conductores, como yeso, madera, cera, plástico, etc. Para conseguirlo, se han de recubrir estos moldes con algún material que haga que su superficie sea conductora. El más empleado es el grafito. Esta técnica se utiliza para reproducir planchas tipográficas, medallas, estatuillas, etc.

Galvanostegia.

Se recubre la superficie de objetos metálicos con una fina capa de otro metal que se adhiere al sustrato o metal base.

Electro deposición.

Se trata de un procedimiento electrolítico que consiste en conectar el objeto al cátodo de la cuba electrolítica, que tiene forma de tambor giratorio, en cuyo interior se encuentra un electrolito, que suele ser una disolución de sales de aluminio, magnesio, titanio, etc.

El proceso presenta diferentes modalidades según el tipo, la forma y la reactividad del material base.

➤ *Tipo:* Si las piezas son de material no conductor, se han de recubrir previamente con una capa de material conductor.

➤ *Forma:* Cuando las piezas son de tamaño pequeño (tornillos, clavos y arandelas), se dejan sueltas en el interior del tambor giratorio.

En cambio, las de tamaño mayor se fijan a sus paredes.

➤ *Reactividad.* Para la mayor parte de los metales, el electrolito es una solución acuosa, excepto para aquellos que reaccionan con el oxígeno del agua. En este caso, se emplea una disolución no acuosa.

Cualquiera que sea la modalidad del proceso, los iones metálicos de las sales son atraídos hacia el cátodo y se depositan sobre el objeto formando una fina película.

Inmersión en caliente.

Se trata de un proceso físico-químico que consiste en introducir el material base en estado sólido en un baño de metal fundido. Al extraer la pieza, se elimina el recubrimiento sobrante y el metal fundido solidifica. Se utiliza para recubrimientos con materiales de bajo punto de fusión.

Para garantizar una buena adherencia de recubrimiento, se ha de limpiar y decapar previamente la superficie de la pieza.

El espesor del recubrimiento determina la calidad de éste y se expresa en micras o en g/m². Una vez recubierto, en el material se distinguen tres capas:

- La externa, la intermedia y la interna.
- La capa externa es del metal de recubrimiento puro.
- La capa intermedia está formada por una serie de aleaciones del metal de recubrimiento y el metal base en distintas proporciones.
- La capa interna está constituida por el metal base.

Difusión o cementado.

Es un procedimiento termoquímico que se produce a altas temperaturas (entre 400°C y 2500°C). No emplea energía eléctrica y en él se forma una aleación superficial del metal de recubrimiento con el metal base.

El método consiste en provocar la aparición de átomos activos del material de recubrimiento para que se difundan hacia el interior del metal base. En consecuencia, es necesario conocer la estructura y el radio atómico de los átomos de ambos materiales, la solubilidad y la maleabilidad de ambos, y la posibilidad de difusión en fases sólida, líquida o gaseosa.

Los elementos más comunes empleados en difusión son el carbono y el nitrógeno, que confieren al hierro dureza y resistencia a la abrasión, aunque no lo protegen de la corrosión. Otros elementos que sí protegen contra la corrosión son el cromo, el boro, el aluminio y el cinc.

2.1.4 RECUBRIMIENTOS NO METÁLICOS

Es otro de los métodos de capa o barrera, y consiste en aislar el metal base del medio ambiente de modo que quede protegido contra la corrosión, el calor o la electricidad. Para ello, se emplean diferentes productos: pinturas y barnices, plásticos, esmaltes y cerámica.

PINTURAS Y BARNICES

El recubrimiento con pinturas se emplea en más ocasiones por su fácil aplicación y su economía de proceso.

La capacidad protectora de la pintura depende de la adhesión de ésta sobre el metal base, por lo que es necesario eliminar de su superficie los óxidos y las grasas existentes, e incluso someter al metal a un tratamiento previo de fosfatación.

Las pinturas utilizadas para recubrir metales están formadas por distintos componentes: aglomerante, pigmentos, disolvente y otros aditivos.

- De la naturaleza del aglomerante depende el tiempo de secado.
- Los pigmentos aportan los agentes colorantes estables.
- El disolvente homogeneiza la mezcla.
- Los otros aditivos mejoran las cualidades de los demás componentes, pues favorecen su disolución o aumentan la cohesión en el secado.

Junto con las pinturas, puede aplicarse alguna laca o barniz como protección adicional o para mejorar su aspecto de acabado. Estas sustancias son soluciones de celulosa (resinas o polímeros) y no suelen contener pigmentos.

PLÁSTICOS

Los recubrimientos plásticos son muy resistentes a la oxidación, no conducen la electricidad y suelen ser muy flexibles. Su principal inconveniente es su escasa resistencia al calor.

El más empleado es el PVC sobre todo para el recubrimiento de chapa de acero. Además de este producto, se usa una gran gama de plásticos, como resinas, poliéster, poliamidas, acrílicos, etc., especialmente para recubrir componentes electrónicos.



Fig. 7 Plásticos

Fuente: www.lluveras.com/espano/ultimas_noticias.htm

ESMALTES Y CERÁMICAS

Los esmaltes y las cerámicas, además de ser anticorrosivos, se caracterizan por su resistencia a las altas temperaturas y a la abrasión, por lo que se emplean para revestir partes de motores térmicos.

Para su obtención se utilizan diferentes materiales, como los óxidos de carácter ácido, la sílice y la alúmina, los fundentes de carácter básico, el carbonato de sodio, muy refractario; los agentes estabilizadores y, por último, los óxidos metálicos que les imprimen el color.

En el proceso de recubrimiento se fundirán estos materiales a elevadas temperaturas sobre la superficie que se desea proteger.

2.2 RECUPERADOR

Después del tratamiento con sales en el baño de recubrimiento, las piezas se enjuagan en un tanque con agua para limpiarlas de residuos procedentes del baño anterior. El enjuague almacenado en este tanque se puede utilizar para reponer las pérdidas por nivel de los baños de recubrimiento. Algunas

empresas instalan más de un recuperador para garantizar una menor pérdida de materia prima por arrastre.

2.3 ENJUAGUE

Después que las piezas pasan por el enjuague estanco, todavía tiene residuos de las sales de recubrimiento, lo que hace necesario un nuevo enjuague en tanques de agua corriente.

Dentro de los procesos de recubrimiento electrolíticos, una de las actividades que más se ve influenciada por la calidad del agua y que a su vez consume cantidades considerables de ella es el enjuague. Se puede decir que hay mas enjuagues que baños de proceso en ciclo determinado.

Enjuagar implica diluir y remover películas superficiales o contaminantes por lo que se debe garantizar que funcione de forma eficiente para evitar que el recubrimiento de las piezas sea defectuoso.

Una forma para determinar si un enjuague esta operando bajo condiciones óptimas es calcular su eficiencia. Para medir este parámetro se debe calcular su razón de dilución (Rd), la cual puede ser expresada en función de la concentración de los metales de interés en un baño (Zn, Ni, Cr) (C_o) y la concentración del metal en el último enjuague (C_f), así:

$$Rd = \frac{C_o}{C_f}$$

El enjuague se lo realiza por inmersión o por rociado. El lavado por inmersión exige una gran cantidad de agua, ya que solo así ejerce acción, es necesario que este tipo de baño tengan una entrada continua de agua con rebose. El lavado por rociado depende el tiempo de rociado, la disposición de las piezas y toberas de rociado, así como el ángulo en el que se dirige el chorro de agua, las cuales son de gran importancia al lavar superficies con cavidades o relieves en general.

2.4 PASIVADO

La pasivación se refiere a la formación de una película relativamente inerte, sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal), que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos. Aunque la reacción entre el metal y el agente externo sea termodinámicamente factible a nivel macroscópico, la capa o película pasivante no permite que éstos puedan interactuar, de tal manera que la reacción química o electroquímica se ve reducida o completamente impedida.

La pasivación no debe ser confundida con la inmunidad, en la cual el metal base es por sí mismo resistente a la acción de los medios corrosivos.

En muchos casos, la formación de esta película pasivante es espontánea cuando el metal entra en contacto con el agente externo. Cuando una superficie del metal entra en contacto con el aire ambiental, la parte más externa del objeto se oxida espontáneamente para formar una capa transparente e impermeable, muy congruente y adherente.

Por otro lado, la formación de una película pasivante no se limita a oxidación de un metal base. También hay casos donde la película pasivante se forma por reducción. En este caso puede ser producto de la reducción electroquímica de algún óxido o sulfuro. Sin embargo la reducción del sulfuro forma una película pasivante de azufre elemental que entorpece el proceso por lo que esta alternativa aún se encuentra en investigación, muestra de que no siempre es deseable la formación de esta capa pasivante

Una vez que la superficie se encuentra libre de sales, se sellan los poros, se dan los últimos retoques estéticos por medio de sales de Cromo principalmente en baños que no requieren electricidad.

Existen diferentes tipos de baños de pasivados crómicos en función de su composición, temperatura y pH. Los más frecuentes son los amarillos y los azules, teniendo menor relevancia los verdes y negros.

Por lo general se emplea este tipo de pasivados de carácter químico para evitar la corrosión de la superficie recubierta.

Ello es de especial interés para las piezas cincadas, puesto que aunque el material base está óptimamente protegido, el recubrimiento de cinc se oxida progresivamente al ser un metal poco noble. La utilización de pasivados crómicos o de otro tipo tiene lugar para piezas latonadas o niqueladas en bombo, puesto que en estas últimas el revestimiento de bajo espesor suele ser poroso y poco resistente a la corrosión.

La mayoría de los pasivados crómicos trabaja en base ácido crómico. Los pasivados azules o blancos pueden ir formulados con base de cromo trivalente. Finalmente cabe destacar que, para mejorar aún más las propiedades anticorrosivas del pasivado crómico, se está extendiendo la operación de sellado con silicatos y otras sustancias orgánicas en base acuosa.

El pasivado se suele producir de modo espontáneo en las superficies de acero inoxidable, pero a veces puede ser necesario favorecer el proceso con tratamientos de ácido oxidante. A diferencia con el decapado, durante el pasivado mediante ácido no se elimina metal alguno de la superficie. En cambio la calidad y el espesor de la capa pasiva crecen rápidamente en el proceso de pasivado mediante ácido. Pueden darse circunstancias en que los procesos de decapado y pasivado se produzcan sucesivamente (en lugar de simultáneamente), durante tratamientos que empleen ácido nítrico, si bien el ácido nítrico por sí mismo sólo podrá pasivar las superficies de acero inoxidable.

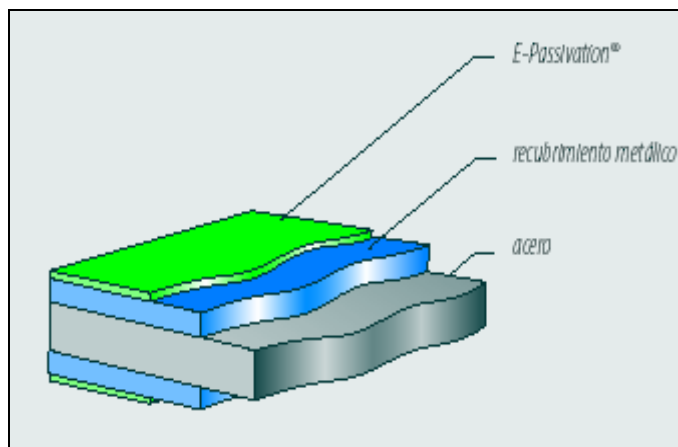


Fig. 8 Pasivado de aceros

Fuente: www.arcelormittal.com/fce/repository/Brochures/Metalliccoated_usermanual_ES.pdf -

Método de Pasivado.

Dependiendo del proceso, varios tanques de solución para baño del objeto pueden ser utilizados, y finalmente un tipo de horneado seco y culmina el método. No es recomendable incluir diferentes materiales en el mismo proceso.

La capa pasiva es lograda por la reacción en las superficies externas del objeto con el porcentaje en volumen del ácido en agua especialmente purificada; por consiguiente, el grosor de la capa pasiva es mínimo. Esto significa que cualquier maltrato a la superficie protegida, por ejemplo una pequeña rayadura, puede causar que el objeto sea vulnerable a reacciones en el área dañada.

También, por la reacción externa, marcas intencionales como lo puede ser el grabado en láser previas a los baños químicos, pueden ser afectadas desfavorablemente.

Lógicamente, si las impurezas del material no son exitosamente removidas, ya sea por concentración incorrecta de los reactivos, o por algún otro factor que impida el efectivo baño purificador, incluyendo la calidad del agua en uso o una preparación incorrecta de la superficie (lavado, desengrase, etc.), las impurezas probablemente serán más visibles cuando se sequen los líquidos, pues pueden haber sido descubiertas mas no habrán sido eliminadas.

2.5 CROMATIZADO

Los cromatizados describen las diferentes modalidades de pasivaciones como cromo hexavalente y sus alternativas como cromo trivalente.

La modificación superficial de los cromatizados mediante sellantes recibe una particular atención, especialmente para los siloxanos obtenidos por transformación de silanos y utilizados, bien por su capacidad colmantante o bien como promotores de adherencia de otras capas suplementarias generalmente orgánicas.

El intercambio iónico de flujo alterno respeta todas las especies aniónicas constituyen del cromatizado y posibilita la recuperación de concentraciones de ácido crómico comprendidas entre 10 y 100 veces su valor nominal según el tipo de cromatizado.

Los cromatizados a base de cromo hexavalente se agotan por acumulación de cationes metálicos, principalmente: cinc y hierro (vía de ataque ácido) y cromo trivalente (vía transformación redox). Su carácter oxidante no permite el uso de tecnologías que darían buenos resultados, casos de la osmosis inversa o de la evaporación al vacío. Sin embargo, la electrolisis con comportamiento separados, bien por diafragmas o bien por membranas iónicas, deben posibilitar la simultaneidad entre la reoxidación del cromo trivalente a hexavalente y la descontaminación metálica por electro deposición.

Se aplican soluciones que contienen ácido crómico o algún derivado con el fin de provocar la aparición de una capa de óxido compacta en la superficie del metal que impida su corrosión. Esta capa puede tener un espesor que oscila entre 0,01 y 1. Esta característica depende de la resistencia a la corrosión que se quiere generar.

Se emplea en el hierro como protección adicional en los recubrimientos electrolíticos del cinc, el cobre, la plata y el estaño.

2.6 SECADO

Después de tener el acabado final, las piezas se secan para eliminar el agua, residuos que provienen del enjuague y así, evitar que el producto salga con manchas y proseguir a su embalaje y venta.

Una de las ventajas del secado por medio de una máquina centrífuga es el ahorro de tiempo, no se necesita tener un equipo especial con aire comprimido y mejora notablemente la imagen del producto.

CAPÍTULO III

RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS

3.1 ELECTROLITOS

Electrolito es una solución de sales metálicas, que serán las que servirán para comenzar el proceso entregando iones metálicos, que serán reemplazados por el ánodo. Un electrolito es una sustancia capaz de ser descompuesta por electricidad, definición que se puede aplicar igualmente a sustancias en forma sólida y en solución.

Un cuerpo sólido puede poseer la propiedad de no ser conductor, aun utilizando ciertos disolventes, puede continuar ofreciendo resistencia al paso de la corriente. En tal caso ninguna de las dos formas es susceptible de electrolisis.

Por electrolisis se entiende en general la descomposición de sustancias químicas mediante la corriente eléctrica.

Los compuestos que se disocian fuertemente en disoluciones muy diluidas, o moderadamente concentradas se llaman electrolitos fuertes, mientras que otros, como el ácido acético, que se hallan muy poco disociados, en aquellas condiciones, reciben el nombre de electrolitos débiles.

A los electrolitos se le agregan sustancias orgánicas como tensoactivos, agentes reductores y abrillantadores: sacarina sódica, trietanolamina, formalina, urea, sulfuro de sodio, carboximetilcelulosa y varios tipos de azúcares.

Un electrolito se describe como concentrado si tiene una alta concentración de iones; o diluido, si tiene una baja concentración. Si una alta proporción del

soluto disuelto se disocia en iones, la solución es fuerte; si la mayor parte del soluto permanece no ionizado la solución es débil.

3.1.1 LEYES DE FARADAY

Primera Ley de Faraday:

“La masa de un producto obtenido o de reactivo consumido durante la reacción en un electrodo, es proporcional a la cantidad de carga (corriente x tiempo) que ha pasado a través del circuito”.

Esta primera ley, permite calcular, la cantidad de electricidad (en coulombios o faraday) para depositar un equivalente gramo de una sustancia.

La unidad eléctrica que se emplea en física es el coulomb (C). Un coulomb se define como la cantidad de carga que atraviesa un punto determinado cuando se hace pasar un amperio (A) de corriente durante un segundo.

Intensidad (A) = coulombios = Amperios x segundos.

Ejemplo: Calcular el equivalente electroquímico del ión férrico (Fe+++).

$$\text{Equivalente - químico} = \frac{\text{Masa - atómica}}{\text{Valencia}} = \frac{56}{3} = 18.66 \text{ g / Equi - g}$$

El equivalente electroquímico es la masa transportada por un Coulomb:

$$\text{Equivalente - elctroquímico} = \frac{\text{equivalente - químico}}{96500} = \frac{18.66}{96500} = 0.0001933 \text{ g / Equi - g * c}$$

$$0.0001933 = 2.933 * 10^{-4} \text{ g / Equi - g * C.}$$

Ejemplo: Calcular el número de coulombios necesarios para depositar en el cátodo 30 g de plata, cuando se hace pasar una corriente de 3 amperios a través de una solución de AgNO₃.

Cálculo del equivalente químico: Plata = $\frac{107.8}{1} = 107.8 \text{ g / Equi - g}$

Si 96500 coulombios depositan 107,8 g/Equi-g, 30 gramos de plata cuantos coulombios requiere.

Cálculo de la electricidad empleada:

$$96500 \text{ c} \text{ ----- } 107.80\text{g/Equi-g}$$

$$X \text{ ----- } 30\text{g}$$

$$C = \frac{30 \text{ g} * 96500 \text{ C}}{107.8 \text{ g / Equi - g}} = 26855.2 \text{ c}$$

Segunda Ley de Faraday:

“Las masas de diferentes sustancias producidas por el paso de la misma cantidad de electricidad, son directamente proporcionales a sus equivalentes gramos”.

Esta ley permite calcular la masa de diferentes sustancias depositadas por la misma cantidad de electricidad. La cantidad de elemento depositado por un Faraday (96.500 c) se conoce como equivalente electroquímico.

Ejemplo: Calcule la cantidad de cobre que se depositará al hacer pasar una corriente de 100 Amperes durante 20 minutos por una solución de sulfato cúprico (CuSO₄). Peso atómico del Cu = 63,54 g.

Cálculo del Equivalente químico:

$$\text{Equivalente - químico} = \frac{\text{Masa - atómica}}{\text{Valencia}}$$

$$\text{Equi - q del Cu}^{++} = \frac{63.54}{2} = 31.77 \text{ g / Equi - g}$$

Cálculo de la cantidad de electricidad empleada:

$$Q = A \times t$$

$$Q = 100 \text{ Amperes} \times 1.200 \text{ segundos} = 120.000 \text{ coulombios.}$$

Cálculo de la cantidad de cobre depositado:

9600c depositan 28.27 g/Equi-g

120000 c cuanto depositaran X

$$X = \frac{120000c * 31.77 \text{ g / Equi} - \text{g}}{96500c} = 39.50 \text{ g de Cu}^{++}$$

Las dos leyes de Faraday se cumplen para los electrolitos tanto fundidos como en solución. Su validez no se altera por variaciones de temperatura, presión, naturaleza del solvente y del voltaje aplicado.

La tabla a continuación proporciona, para los metales el peso atómico, la densidad, la valencia, el equivalente químico, el espesor depositado en mm. Por un amperio-hora y los amperios hora necesarios para depositar 0.1 mm.

<i>Constantes químicas y electrolíticas de los metales</i>							
	Símbolo	Peso atómico	Densidad	Valencia	Equivalente electroquímico	Espesor depositado en función de la densidad de corriente (Ah/dm ²) / mm	Densidad de corriente en función del espesor depositado (A/dm ²) / 0,1 mm
Cadmio	Cd	112,4	8,65	2	56,2	0,0244	4,10
Cromo	Cr	52,0	7,1	6	8,7	0,0091	10,95
Cobre (cianuro)	Cu	63,6	8,93	1	63,6	0,0267	3,75
Cobre (sulfato)	Cu	63,6	8,93	2	31,8	0,0133	7,50
Níquel	Ni	58,7	8,9	2	29,3	0,0126	7,95
Estañio (cloruro)	Sn	118,7	7,3	2	59,4	0,030	3,30
Estañio (sulfato)	Sn	118,7	7,3	2	59,4	0,030	3,30
Estañio (estannato)	Sn	118,7	7,3	4	29,7	0,0152	6,60
Zinc (cianuro)	Zn	65,4	7,14	2	32,7	0,0172	5,82
Zinc (sulfato)	Zn	65,4	7,14	2	32,7	0,0172	5,82

Tabla 1: Constantes química y electrolíticas de los metales.

Fuente: L. ARBELLOT, "Manual práctico de recubrimientos electrolíticos".

3.1.2 PRODUCCION Y DESCARGA DE IONES

En el cátodo los iones metálicos y otros similares que emigraron hasta allí por la influencia de un diferencia de potencial aplicada, pierden su carga positiva esto significa que toman un electrón del cátodo por cada valencia iónica y

quedan depositados o bien sufren cambios secundarios que afectan a la composición química del cátodo.

Limitándonos al caso de separación catódica en forma de metales, vemos que los iones, una vez que, en condiciones adecuadas, van aplicándose entre sí para construir el depósito. En este proceso algunos metales absorben energía; otros en cambio, la ceden.

Por otro lado el ánodo, del que supondremos que posee una alta capacidad de disolución anódica, actúa como si se evaporase, solo que enviando sus átomos en forma iónica al electrolito.

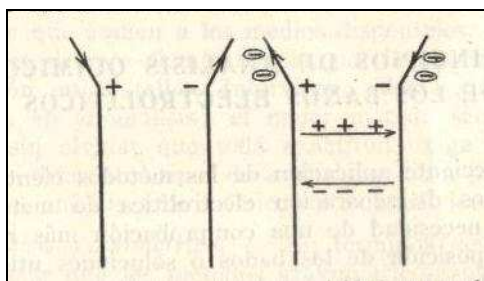


Fig. 9 Descarga de iones

Fuente: WILLI MACHU, "Galvanotecnia moderna".

3.1.3 CORRIENTE

Los iones responden a una influencia eléctrica. La misión del generador de corriente es mantener cargados los electrodos para que sean atraídos los iones de carga opuesta. Los iones cargados negativamente, o aniones, son atraídos por el electrodo cargado positivamente (ánodo), mientras que los iones cargados positivamente, o *cationes*, se dirigen a través de la solución, hacia el electrodo cargado negativamente (cátodo).

El movimiento ordenado de los iones hacia los electrodos se llama migración iónica.

La *corriente*, no es otra cosa que el movimiento ordenado de dos migraciones o marchas en direcciones opuestas, de dos tipos de iones portadores de carga

contraria. La corriente por lo tanto tiene lugar en el electrolito a consecuencia de los potenciales eléctricos producidos y mantenidos en los electrodos a expensas del generador.¹

3.1.4 DENSIDAD DE CORRIENTE

La velocidad con que se efectúa un recubrimiento electrolítico es de mucha importancia, estas velocidades varían considerablemente, y en todos los casos una velocidad excesiva conduce siempre a la producción de depósitos irregulares, de grano suelto, o quemaduras. Un sistema para establecer un método de comprobación es usualmente de intensidad de corriente (amperios) por unidad de superficie (dm²), lo que proporciona un sencillo método para determinar la corriente que va a emplearse.²

Requerimientos esenciales de las soluciones en electrodeposición:

- Contener elevada proporción del metal
- Buena conductividad para reducir la energía absorbida en el proceso.
- Ser estables, no solamente en presencia del metal que se va a recubrir, sino en contacto con el aire, aunque esta última especificación no la cumplan los cianuros, ya que continuamente se están descomponiendo con desprendimiento de cianhídrico y acumulación de carbonatos.
- Permitir una correcta disolución anódica, para contener la concentración metálica de la solución.
- Producir depósitos regulares y adherentes.
- Una buena penetración (acción de profundidad).

Si es posible, deben combinarse todas estas propiedades en una solución de composición relativamente sencilla y susceptible de fácil análisis.³

CONTENIDO METÁLICO:

A más alto contenido de metal corresponde a más alta concentración iónica, y el valor de tal contenido metálico es siempre una expresión de la concentración

¹ FIELD SAMUEL; Recubrimientos electrolíticos; Editorial Gustavo Gili 1955; Pág. 41

² *Ibíd.*; Pág. 65

³ *Ibíd.*; Pág. 148

del baño, mucho mejor que el de las cantidades variables de las diferentes sales utilizadas para introducir el metal.⁴

SALES CONDUCTORAS:

Los compuestos metálicos, en general, no son buenos conductores, y la adición de otras sales, que disociándose libremente contribuye a la conducción de la corriente. Los sulfatos y los cloruros se aplican mucho con este depósito. Cuando es posible se emplean los ácidos minerales, pues suministran iones hidrógeno, los cuales, emigrando con rapidez, elevan poderosamente el poder conductor de la solución. Cada sal ofrece una particular ventaja sobre la cual radica su elección, y cuando se incorporan a la solución debe hacerse en cantidades bien conocidas y mantenidas bajo vigilancia.⁵

DENSIDAD DE LAS SOLUCIONES:

Este dato es de valor decisivo cuando el baño es simple o bien consta de un componente esencial. Tal sucede en el baño de cromo y en algunas soluciones de niquelar, constituye una buena guía para conocer el contenido metálico de la solución. Pero la densidad de cualquier baño ordinario de cianuro, por ejemplo, no suministra indicación alguna referente al contenido metálico, ya que existen otras sales en grandes cantidades.⁶

PERDIDAS POR EFECTO DE EXTRACCIÓN:

Un baño que trabaja continuamente sufre, a la larga, una considerable pérdida de sales, debido a las porciones de solución adherida que arrastran las piezas que se van extrayendo. En el caso de recubrimientos con metales preciosos se tiene la precaución de utilizar una cubeta para el primer lavado, de la cual se recuperan periódicamente las sales disueltas. En definitiva, toda pieza que se saca de un baño demanda el cuidado de escurrirla sobre la misma cuba y aclararla en un tanque adecuado, no solo des de punto de vista económico,

⁴ FIELD SAMUEL; Op. Cit; Pág. 149

⁵ *Ibíd.*; Pág. 150

⁶ *Ibíd.*; Pág. 151

sino por la razón de mantener la riqueza de un baño lo más cerca posible de su concentración original y requerida composición.⁷

ACIDEZ:

La acidez de muchos baños es de vital importancia. En las soluciones de níquel, zinc y hierro, la cantidad de ácido admisible es mucho más pequeña y necesita cuidadosa comprobación. Muchos defectos de los baños de niquelar derivan de una acidez excesiva. Si un ánodo de níquel no se conduce adecuadamente da lugar a que se forme ácido sulfúrico, esto se hace evidente por la aparición de gas (oxígeno) en el ánodo, y más tarde de hidrógeno en el cátodo.

PODER DE PENETRACIÓN:

Puede definirse como la facultad de la solución para producir depósitos de espesor uniforme sobre superficies irregulares. Esta es una de las más importantes propiedades. Se dice de las soluciones de cianuros que penetran bien, pues los depósitos obtenidos con ellas son mas regulares en peso, es decir, en uniformidad de espesor, cualquiera que sea su distancia al ánodo. En el caso del cianuro de cinc, se observará, que los resultados mejoran notablemente cuando se añade álcali.

Factores que influyen en el poder de penetración:

- Distancia entre electrodos.
- Una mayor densidad de corriente puede, no solo, mejorar si no también empobrecer el rendimiento, lo que afecta siempre al peso del metal depositado.
- Potencial catódico, la dificultad de extraer metal del electrolito para incorporarse al cátodo.⁸

PODER DE COBERTURA: Mientras el poder de penetración se refiere al fenómeno de electrodeposición con espesores a lo largo de una experiencia, el poder de cubrición expresa el estado inicial de un recubrimiento. Este concepto

⁷ FIELD SAMUEL; Op. Cit; Pág. 154-156

⁸ *Ibíd.*; Pág. 173

plantea un problema mucho mas complejo, su definición se basaría en un número de factores relacionados con la composición del electrolito, en las condiciones eléctricas, la disposición de las partes variables del cátodo y, en grado no pequeño, dependería también de la naturaleza química del cátodo, ya que cada metal ofrece sus dificultades a la recepción de los iones que sobre él se descargan.⁹

3.2 TIPOS DE ELECTROLITOS

Los electrolitos pueden ser débiles o fuertes, según estén parcial o totalmente ionizados o disociados en medio acuoso.

Un electrolito fuerte es toda sustancia que al disolverse en agua lo hace completamente y provoca exclusivamente la formación de iones con una reacción de disolución prácticamente irreversible.

Los electrolitos fuertes se disocian completamente en un disolvente e incluyen sustancias que:

- Se ionizan para dar un protón al ácido.
- Se disocian para dar oxácidos a las bases.
- Otros tipos de sustancias constituidas por las sales que en disolución producen cationes y aniones (libres en disolución).

Un electrolito débil es una sustancia que al disolverse en agua lo hace parcialmente y produce iones parcialmente, con reacciones de tipo reversible.

Los electrolitos generalmente existen como ácidos, bases o sales.

⁹ FIELD SAMUEL; Op. Cit; Pág. 180

3.3 FORMAS DE PROTECCIÓN

3.3.1 PROTECCIÓN CON EFECTO DECORATIVO

Se da a la superficie un aspecto agradable a la vista con una protección frente a los agentes corrosivos. Estos acabados son frecuentes, por ejemplo: recubrimiento de níquel – cromo en la industria del automóvil y en el mueble de tubo.

3.3.2 DECORACIÓN SIN EFECTO DE PROTECCIÓN

Dentro de esta gama ingresa la decoración de piezas por recubrimiento con una débil capa metálica (conseguida frecuentemente sin corriente, como el dorado y plateado), sea por formación sobre la superficie de una sal coloreada (coloración platina). Estos acabados se emplean frecuentemente en bisutería.

3.3.3 PROTECCIÓN SIN EFECTO DECORATIVO

Se busca únicamente la protección contra la corrosión. El cincado, cadmiado y el estañado se utiliza a este fin. Ante ciertos agentes físicos y químicos se utilizan recubrimientos de cromo duro, níquel o plomo. Los depósitos de cobre se utilizan para la protección parcial de piezas contra la cementación.¹⁰

3.3.4 MODIFICACIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

- Se busca por este depósito o tratamiento de conversión, obtener propiedades distintas del sustrato.
- Endurecimiento superficial por depósitos de cromo duro o níquel químico.
- Auto lubricación de la superficie por cromado poroso.
- Mejoramiento de las condiciones de formación por fosfatación.

¹⁰ RUIZ JESSICA A.; Recubrimientos electrolíticos aplicados a prácticas de laboratorio de tratamientos superficiales de Procesos de Producción Mecánica; Pág. 41, 42.

- Lubricación sobre las superficies sometidas a rozamiento. Para evitar los gripados en los engranajes se les recubre con cobre o latón y los cojinetes con plomo o estaño – plomo.
- Revestimiento y tratamiento de conversión para aumentar la adherencia y la protección con pinturas y lacas.
- Para la adherencia de hierro – caucho. Si sobre el acero se da una capa de latón o fosfato, se logra esta adherencia.
- Aprovechamiento de piezas mecánicas desgastadas por el uso, por deposición de cromo duro o níquel espesor.¹¹

3.4 FORMAS DE LA PIEZAS PARA EL RECUBRIMIENTO

Antes de proceder a realizar el recubrimiento se debe considerar los siguientes factores:

1. Forma de fabricación: piezas fundidas, embutidas o ensambladas
2. Metal Base: Aluminio, cobre o zinc.
3. Calidad del material base: con poros, grietas, orquedades, etc., estado físico del metal. Tratamiento térmico (forjado, recocido, etc.).
4. Dimensiones de las piezas a recubrir: pequeñas piezas metálicas, piezas de automóvil o muebles de tubo, pequeña piezas de presión, tortillería, etc.
5. Formas de la pieza: dificultad de tratamiento (ánodos auxiliares). Dificultad de lavado (formas de la pieza). Dificultad de escurrido (ensamblajes).
6. Tolerancia de fabricación: Piezas rectificadas, tornillería (protección y tolerancia), etc.
7. Atmósfera de trabajo: clima rural, industrial, marino, tropical o productos químicos.
 - Temperatura de trabajo (utilización).
 - Espesor mínimo.
 - Calidad del recubrimiento: adherencia, porosidad, continuidad, etc.

¹¹ RUIZ JESSICA A.; Op. Cit; Pág. 43, 44.

➤ Precio, costo.

3.4.1 CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PIEZAS A RECUBRIRSE ELECTROQUIMICAMENTE

- a)** Especificar el material base de superficie adecuada para obtener un acabado de buena calidad.
- b)** Evitar el empleo de distintos metales en una misma pieza a menos que se facilite el recubrimiento por separado.
- c)** Evitar el ensamble antes del recubrimiento siempre q sea posible.
- d)** Cuando sea necesario recubrir a la soldadura con estaño para ensamblar antes del acabado evitar que aquella quede al descubriendo en juntas.
- e)** Evitar agujeros ciegos, cavidades o bordes enrollados en los que puedan quedar ocluidas porciones de las soluciones empleadas en la limpieza del acabado.
- f)** Para construcciones forma tubular, asegurar que los tubos se podrán obturar completamente o bien escurrir fácilmente y totalmente, por ejemplo, disponiendo si es necesario de orificios convenientemente situados.
- g)** Para la suspensión y buen contacto electrolítico proveer algún punto (tal como taladro, rasca, patilla o una superficie interior) donde el espesor del recubrimiento no sea esencial.
- h)** Evitar bordes de aristas vivas, rincones, protuberancias acusadas, cavidades profundas o proporciones bruscamente entrantes y en partes de las piezas en que exija que el recubrimiento resista al desgaste o a la corrosión, con cavidades que no pueden tocarse con una bola de una pulgada de diámetro.
- i)** Prever que las piezas puedan rodar libremente sin entrelazarse cuando por ser de tamaño demasiado reducido o muy numeroso sea necesario recubrirlas en tambor.
- j)** Establecer claramente la especificación y clasificación a la que el recubrimiento deberá acomodarse.

3.5 DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES PROCESOS ELECTROLITICOS

3.5.1 CINCADO

El cincado es un recubrimiento de cinc que se efectúa a los metales para protegerles de la oxidación y corrosión. El cinc protege a los metales por dos razones. Primera cuando expuestos al aire, los átomos del cinc reaccionan con las moléculas del aire formando una fina capa protectora que evita la posterior corrosión. Segunda, los átomos del cinc reaccionan más fácilmente con sustancias tales como el oxígeno que podrían corroer el metal. El cinc puede considerarse prácticamente inalterable solamente en aquellas disoluciones cuyo PH esta comprendido en 4 y 9, la solubilidad en ácidos energético como en disoluciones alcalinas fuertes se eleva mucho como consecuencia de su comportamiento anfótero. El cinc debe ser utilizado con soluciones casi neutras. Puede realizarse el cincado por inmersión en cinc fundido procedimiento denominado galvanización. Ver anexo 1.

TIPOS DE BAÑOS DE CINCADO

- Baños de cinc ácidos
 - Baño de sulfato de cinc, ligeramente ácido.
 - Baño de sulfato de cinc fuertemente ácido.
 - Baño de fluoborato de cinc.
- Baños de cinc alcalinos
 - Baño puro de cincato sódico.
 - Baño mixto de cincato y cianuro de cinc.

BAÑOS ALCALINOS

Estos baños presentan un mayor poder de distribución que los baños ácidos, razón por la que se recomienda para las piezas de formas relativamente complejas. Proporciona por otra parte, un recubrimiento de grano más fino por ello a menudo se realiza una aplicación previa con un baño alcalino y darle el espesor a continuación por medio de un baño ácido. Se debe tratar de evitar

las temperaturas elevadas de trabajo ya que se necesitaría baños mas concentrados. A menudo se le añade abrillantadores que permiten obtener recubrimientos más blancos y más claros que los gris azulados obtenidos a partir de soluciones corrientes.

BAÑOS ÁCIDOS

Estos baños actúan a temperatura de 20 a 30°C, con débiles densidades de corriente los baños ácidos presentan una tendencia a producir recubrimientos de grano más grueso. Para la obtención de recubrimientos de cinc de grano fino, liso, brillante y uniformes se añaden, tanto en los baños ácidos como en los alcalinos, sustancias orgánicas o inorgánicas que actúan como refinadoras de grano y abrillantadoras; entre ellas se encuentran, para los baños ácidos, la gelatina, dextrina, extracto de regaliz, maltosa, melaza, azúcar, dextrosa, glicerina, sulfato de mercurio, productos sulfonados de piridina, isoquinoleina, benzalquinaldina y para los electrolitos alcalinos, mercuricianuro potásico, lignina, goma arábica, azúcar, tiourea, pentóxido de volframio.¹²

La adición de cloruros reduce bastante la resistencia eléctrica de las soluciones y aumenta ligeramente el poder de distribución. El sulfato de aluminio y el cloruro de aluminio permiten obtener un recubrimiento fino y brillante.

TIPOS DE CINCADO:

➤ **Cincado blanco** consiste en la preparación química de la pieza con desengrase y decapado pasando los diferentes baños de cincado (ácidos, alcalinos o exentos) y después un baño electrolítico en el que se consigue un espesor de cubrimiento medio de 10-12 micras. Para una mayor protección anticorrosión del material, se aplica un cromatizado que determina además el aspecto final de la pieza, pudiendo ser blanco, amarillo o verde dependiendo de la protección y matiz que queramos obtener.

➤ **Cincado normal** es plateado brillante y tiene buena resistencia a la corrosión para su uso en interiores.

¹² MACHU WILLI; Galvanotecnia Moderna; Editorial Aguilar Madrid 1959; Pág. 417

- **Cincado negro** es negro brillante y en este caso su resistencia es doble a la del cincado normal. Es muy utilizado en la carpintería metálica.
- **Cincado bicromatado** es de un color amarillo. Su resistencia a la corrosión es tres veces superior.
- **Cincado verde oliva** fácilmente distinguible por su color, su resistencia es dos veces superior al cincado normal y es muy utilizado en la carpintería.

CORRECCIÓN DE DEFECTOS DE LOS ELECTROLITOS DE CINCO:

Ver anexo 2.

RECUBRIMIENTOS ELECTROLÍTICOS DE CINC

Clasificación	Espesor nominal en micras	Agresividad del medio	Utilización (a título informativo)
Zn 5	5	Suave	Atmósferas secas e interiores
Zn 8	8	Moderada	Atmósferas secas, ambiente rural
Zn 13	13	Severa	Exteriores húmedos y atmósfera urbanas
Zn 25	25	Muy severa	Atmósferas industriales, marinas y tropicales

Tabla 2: Espesor del recubrimiento de cinc.

Fuente: SWISSCONTACT ECUACHEM, "Procesos Galvánicos, Tratamientos de agua y seguridad Industrial"

Diámetro nominal del tornillo en mm	Espesor del recubrimiento en micras		símbolo	
	mínimo	máximo	Recubrimiento de cinc	Recubrimiento de cadmio
De 1.6 hasta 3	4	5	Zn 4	Cd 4
Mayor de 3 hasta 6	5	6	Zn 5	Cd 5
Mayor de 6 hasta 20	6	8	Zn 6	Cd 6

Tabla 3: Espesor del recubrimiento de cinc para tornillería.

Fuente: SWISSCONTACT ECUACHEM, "Procesos Galvánicos, Tratamientos de agua y seguridad Industrial"

3.5.2 COBREADO

Las aplicaciones electrolíticas de cobre que están bien realizadas son de un color rosa salmón. A partir de un espesor de 10 micras su porosidad es muy

débil. Este es utilizado en forma de primera capa principalmente en acero o en hierro fundido destinada casi siempre a recibir una posterior aplicación de níquel. También se acude a estas aplicaciones para proteger las partes de las piezas a cementar que no hayan de ser tratadas. El cobre puede depositarse a partir de baños ácidos a base de sulfato o de soluciones alcalinas a base de cianuro. Los baños ácidos al sulfato no son directamente utilizables para las aplicaciones de cobre sobre hierro, cinc u otros metales situados por encima del cobre puesto que se obtienen recubrimientos esponjosos y sin adherencia.

TIPOS DE BAÑOS DE COBRE

Baños de cobre ácidos:

- Baños de sulfato de cobre.
- Baño de fluoborato de cobre.
- Baño de alquilsulfonato de cobre.
- Baño de fosfato de cobre.

Baños alcalinos:

- Baño de cianuro de cobre.
 - a) Baños de bajo contenido de cobre y pequeñas densidades de corriente.
 - b) Baños de sal de Rochelle.
 - c) Baños con alto contenido de cobre y grandes densidades de corriente.
- Baño de pirofosfato de cobre.
- Baño de cupramina.

PROPIEDADES DE LOS RECUBRIMIENTOS DE COBRE

POROSIDAD

La porosidad de las películas de cobre disminuye notablemente a partir de espesores de 0.01mm. En los recubrimientos blandos de cobre ejerce una

acción favorable sobre la porosidad y adherencia el frotamiento con cepillos de cobre o latón.¹³

DUREZA

La dureza de la película de cobre es tanto mayor cuanto más fino es el grano que la constituye. La elevación de la densidad de corriente, la reducción de la temperatura del baño y la adición de materiales orgánicas actúan como refinadores de grano por lo tanto aumentan la dureza.¹⁴

Los depósitos de cobre obtenidos en baños de cianuro tienen mayor dureza que los depósitos obtenidos en los baños ácidos.

ESTRUCTURA:

El recubrimiento de cobre consiste en general en cristales columnares colocados en sentido normal a la superficie base. El cobre depositado en los baños alcalino-cianurados tiene el grano muy fino y prácticamente sin estructura. El tamaño de grano es tanto más pequeño cuanto mayor sea la densidad de corriente, menor la temperatura y mas agitación del baño. Los sulfatos de hierro y de aluminio ejercen la misma acción refinadora del grano, en los baños ácidos de cobre, que los coloides.¹⁵

3.5.3 CROMADO

El cromado es un galvanizado, basado en la electrólisis, por medio del cual se deposita una fina capa de cromo metálico sobre objetos metálicos e incluso sobre material plástico. El recubrimiento electrolítico con cromo es extensivamente usado en la industria para proteger metales de la corrosión, mejorar su aspecto y sus prestaciones.

El cromo tiene poco poder de protección, menos aun si las capas que se depositan son tan delgadas como una micra. Por ello las superficies a cubrir deben estar bien pulidas, brillantes y desengrasadas. El poder de crecimiento

¹³ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 404

¹⁴ *Ibíd.*; Pág. 404

¹⁵ *Ibíd.*; Pág. 404

crece rápidamente con la densidad de corriente, pero decrece con la elevación de temperatura, siendo débiles variaciones ocasionadas por esta causa. El cromo se aplica bien sobre el cobre, el níquel y el acero, pero no sobre el cinc o la fundición.



Tinas de baño de cromo.

Fuente: Proporcionado por la empresa Metalquímica Galvano.

TIPOS DE CROMADO:

➤ **Cromo Duro** son depósitos electrolíticos de espesores relativamente grandes (0,1 mm) que se depositan en piezas que deben soportar grandes esfuerzos de desgaste. Se realizan este tipo de depósitos especialmente en asientos de válvulas, cojinetes, cigüeñales, ejes de pistones hidráulicos y en general en lugares donde se requiera bastante dureza y precisión.

➤ **Cromo Brillante O Decorativo** son finas capas de cromo que se depositan sobre cobre, latón o níquel para mejorar el aspecto de algunos objetos. La grifería doméstica es un ejemplo de piezas cromadas para dar embellecimiento.

DEFECTOS DEL RECUBRIMIENTO DE CROMO:

Los defectos más comunes son:

- 1) *Capas quemadas*.- son causadas por densidades de corrientes demasiado fuertes.
- 2) *Capas mate*.- insuficiencia de temperatura en el baño.
- 3) *Capas amarillentas*.- puede ocurrir que la temperatura del baño sea demasiado alta, con densidad demasiado débil.
- 4) *Capas veteadas*.- las capas blancuzcas o de aspecto lechoso son generalmente resultado de una densidad de corriente demasiado débil.

INFLUENCIA DEL METAL BASE EN EL RECUBRIMIENTO DE CROMO

El cromo no posee la particularidad de rellenar y cubrir las desigualdades de la superficie del metal base, por lo cual durante el recubrimiento se da la formación de poros.

Las pequeñas irregularidades de la superficie del metal base ejercen una influencia muy desfavorable en la calidad de capas de cromo, los defectos superficiales no observable a simple vista por la porosidad producida. Otras dificultades existen en los materiales de estructura heterogénea que se comportan electroquímicamente de modos diversos en los cuales variara la porosidad en mayor o menor cantidad.

RECUBRIMIENTOS DE CROMO NEGRO:

Para la obtención de recubrimientos de cromo negro, el baño debe funcionar a la temperatura más baja posible, con densidades de corriente muy elevada y con muy poco contenido de ácido sulfúrico.

El baño de cromo negro debe proveerse de instalaciones refrigerantes, ya que los más bonitos recubrimientos negros solo se obtienen con temperaturas inferiores a 30°C, y por las elevadas densidades de corriente necesarias el baño se calienta extraordinariamente.

Esta clase de recubrimiento puede aplicarse directamente sobre hierro o acero o sobre una película intermedia de níquel. Posee un aspecto negro mate, de

excelentes propiedades de radiación y puede emplearse donde sea necesario un ennegresimiento para producir variaciones de poder de radiación.¹⁶

3.5.4 NIQUELADO

El níquel es de gran aplicación tanto para la protección contra la corrosión como para fines decorativos en hierro, acero, latón, cobre y fundición inyectada de cinc, aluminio etc. Por la buena estabilidad química del níquel se obtiene un brillo el cual se mantiene inalterable por largo tiempo. El níquel presenta mejor resistencia a la corrosión por rozamiento que el cromo. El metal es estable ante ácidos o aire a temperatura elevada, por encima de los 500°C presenta sobre la superficie películas de óxido de color amarillo. No es estable frente al anhídrido sulfuroso a altas temperaturas. A 400°C se reblandece algo y a 800°C se reduce su dureza a la mitad de su valor además que comienza a difundirse en el hierro con lo que la adherencia del recubrimiento aumenta.¹⁷

Muy frecuentemente antes de niquelar se aplica sobre la superficie del hierro una capa intermedia de cobre, muy raramente de latón, con lo cual se mejora la adherencia y se disminuye la porosidad en el recubrimiento.



Cubas de baños de níquel.

Fuente: Proporcionado por la empresa Metalquímica Galvano.

¹⁶ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 365

¹⁷ *Ibíd.*; Pág. 240

BAÑOS DE NIQUEL

Existen tres grupos de baños de níquel, según el contenido de sales de níquel, pueden funcionar con diversas densidades de corriente. Los baños contienen sulfato de níquel, cloruro de níquel, y ácido bórico y otras sustancias como cloruro amónico, sulfato magnésico, ácido cítrico, citrato de sodio, acetatos, formiatos, abrillantadores y detergentes.

- Baños sencillos.
- Baños de níquel rápido.
- Baños de niquelado brillante.

Según las características que se desea en los recubrimientos de níquel en cuanto al aspecto y utilización se divide en:

- Baño mate o blanco.
- Baño duros.
- Baño blando.
- Baño brillantes.
- Baño de tambor.

3.5.5 ANODIZADO

Anodización o anodizado es una técnica utilizada para modificar la superficie de un material. Se conoce como anodizado a la capa de protección artificial que se genera sobre el aluminio mediante el óxido protector del aluminio, conocido como alúmina. Esta capa se consigue por medio de procedimientos electroquímicos, de manera que se consigue una mayor resistencia y durabilidad del aluminio. La vida útil de este acabado es proporcional al espesor de la capa anódica obtenida.

Con estos procedimientos se consigue la oxidación de la superficie del aluminio, creando una capa de alúmina protectora para el resto de la pieza. La protección del aluminio dependerá en gran medida del espesor de esta capa

(en micras). El óxido de aluminio puede alcanzar una gran dureza que varía entre los 7 y 8 de la escala Mho; al mismo tiempo es muy estable y resistente a los agentes corrosivos del medio ambiente, de ahí su condición de protector del metal base. La capa crece desde el aluminio debido al proceso electroquímico o sea que está integrada al metal, por lo que no puede ser escamada o pelada.

Como la estructura cristalina de la capa está formada por muchos poros hexagonales muy pequeños, la podemos colorear utilizando el proceso de electrocoloración, que consiste en depositar iones metálicos dentro de los mismos. Se obtienen distintas tonalidades según el metal utilizado y la cantidad depositada dentro de los poros. Finalmente para evitar la introducción de agentes corrosivos, los poros se sellan llenándose de hidróxido de aluminio inerte, al hidrolizarse la alúmina.

La anodización es usada frecuentemente para proteger el aluminio y el titanio de la abrasión, la corrosión, y para poder darle un color.

Hay distintos métodos de coloración de las capas de óxido formadas: coloración por sales y coloración por tintes siendo la primera opción la más habitual y la que más calidad en acabado y durabilidad garantiza.

VENTAJAS DEL ANODIZADO

1. La capa de anodizado es más dura que la capas obtenidas pintando con resina sintéticas. Esta propiedad la hace más útil en zonas donde hay un gran tráfico por lo que es sometida a un abuso físico y en donde se utilicen limpiadores abrasivos.
2. El anodizado no puede ser pelado ni escamado por cuanto la capa forma parte del metal base.
3. El anodizado le da al aluminio una apariencia de superficie metálica muy superior a la que se puede lograr con pinturas orgánicas.
4. El anodizado no es afectado por la luz solar. Sin embargo, todos los recubrimientos orgánicos pueden eventualmente fallar debido a la exposición a los rayos ultravioletas.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE CINCADO DE LA EMPRESA METALQUÍMICA GALVANO

4.1 ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA PLANTA

Metalquímica Galvano es una empresa que ha logrado impulsar la industria de procesos electrolíticos con la fabricación en el país de productos y la venta de equipos para procesos electrolíticos.

La empresa Metalquímica Galvano es una empresa de servicios por lo cual la atención al cliente es la base para el desarrollo de la misma.

El país se encuentra en vías de desarrollo y por ende requiere de tecnología que vaya acorde con los cambios del mercado ofreciendo así productos de mejor calidad.

Realizando un análisis global de la planta de cincado, se ha visto la necesidad de incrementar tecnología y materiales en la infraestructura de la misma, que vayan acorde con el mercado.

A continuación se detalla todos los requerimientos del rediseño:

- El sistema eléctrico de la planta se encuentra obsoleto, el conjunto de cables que lo componen se encuentran bastante deteriorados.
- La planta cuenta con pisos de madera que son inadecuados ya que la interacción de la madera con el agua y químicos, éste se vuelve resbaladizo, poniendo en riesgo la integridad de los operarios.
- Las tinajas empleadas en el proceso han cumplido con su vida útil y presentan una corrosión muy clara.



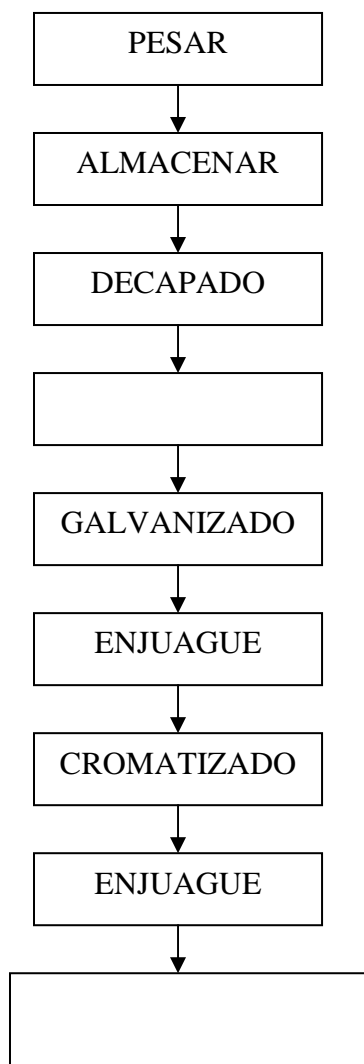
Cuba de enjuague.

Fuente: Proporcionado por la Empresa Metalquímica Galvano.

- Se cuenta con un sistema de polea manual que ocasiona retraso en el tiempo del proceso, con un mayor esfuerzo del operario.
- El proceso de limpieza del material en casos determinados es insuficiente, este consta de un desengrase simple y un decapado.
- En la etapa de enjuagues, por arrastre de líquidos del baño de galvanizado se desperdicia una considerable parte de sales, teniéndose en la planta un mayor consumo de agua.
- La recolección manual del material en los tambores provocan en el material manchas, estas se debe a diferentes factores como: guantes sucios del operador, canastillas de recolección sucias, agua de enjuague contaminados entre otros.
- La distribución de las tinas no lleva una secuencia la cual deja brechas en la que el proceso choca y se interrumpe, teniendo de esta manera lapsos en los cuales los tiempos de permanencia del material en el baño o en el decapado son mayores a los recomendados, obteniéndose resultados poco favorables en los costos de producción, en el acabado del material entre otros.

4.2 COSTOS ACTUALES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN

4.2.1 INFORMACION GENERAL DEL PROCESO



DESCRIPCION DEL PROCESO

El tratamiento del material empieza en la recepción del material con la toma del peso del mismo, que luego será sometido al decapado, proceso por el cual el material es sumergido en diluciones de ácidos, con el objeto de limpiar la superficie del material. Enjuagar luego del decapado, en este punto el material está listo para ser sometido al galvanizado, una vez que salga del baño será sometido a un enjuague y su posterior cromatizado, luego del mismo, el

material es secado con aire caliente para su posterior revisión y almacenamiento.

PRECIO DEL SERVICIO

- El precio del galvanizado se ha establecido por kilos y el costo de cada kilo de material galvanizado es de 0.60 dólares.
- El servicio va dirigido a empresas metalmecánicas, y público en general, que requiere que su producto tenga mayor protección a la corrosión y un mejor aspecto.

4.2.2 ANALISIS DE COSTOS

COSTOS FIJOS

Máquinas y equipos	2125,83
Depreciación maquinaria	340,13
Imprevistos	49,32
Cf =	2515,28 usd/mes

COSTOS VARIABLES

Materia prima	900,67
Mano de obra directa (3 personas)	1002,87
Mano de obra indirecta	1253,61
Servicios básicos	600,02
Imprevistos	75,14
Cv =	3832,31 usd/mes

COSTOS TOTALES

Donde:

CT: Costo Total

Cf: Costo fijo

Cv: Costo variable

$$CT = Cf + Cv$$

$$CT = 6347,59 \text{ usd/mes}$$

INGRESOS TOTALES

Donde:

IT: Ingreso Total

Pv: Precio de venta (USD)

Xp: Producción (KILOS)

$$IT = Pv * Xp$$

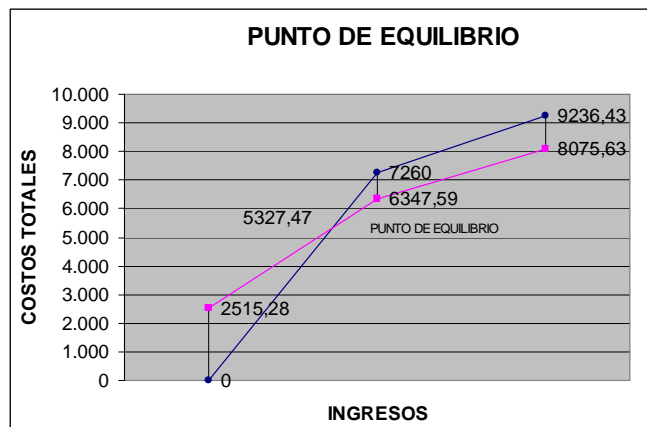
$$IT = 0,60 * 12.100$$

$$IT = 7260 \text{ usd/mes}$$

PUNTO DE EQUILIBRIO

$$PE = \frac{\text{CostosFijos}}{1 - \frac{\text{CostosVariables}}{\text{VentasTotales}}}$$

$$PE = \frac{2515,28}{1 - \frac{3832,31}{7260}} = 5327,47 \text{ usd}$$

**UTILIDAD**

Donde:

UT: Utilidad Total

IT: Ingresos Totales

CT: Costos totales

$$UT = IT - CT$$

$$UT = 7260,00 - 6347,59$$

$$UT = 912,41 \text{ usd/mes}$$

RENTABILIDAD

$$R = \frac{\text{Utilidad}}{\text{CostosTotales}}$$

$$R = \frac{912,41}{6347,59} \times 100 = 14\%$$

RELACION BENEFICIO/COSTO

Donde:

Bn: Ingresos totales

Cn: Costos totales

CVAS 14%: 3,433

$$\text{Rel} \frac{Bn}{Cn} = \frac{\sum_{n=0}^n Bn(1+i)^{-n}}{\sum_{n=0}^n Ct(1+i)^{-n}} > 1$$

$$\text{Rel} \frac{Bn}{Cn} = \frac{7260 * 3.433}{6347 .59 * 3.433} = 1.14 > 1$$

MÉTODOS Y TIEMPOS APLICADOS EN LA PLANTA

En las siguientes hojas de procesos de cincado se detalla las operaciones realizadas por los operadores con sus respectivos tiempos.

DIAGRAMA DE FLUJO

RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		Diferencia	
○ OPERACIONES	38					
◻ TRANSPORTE	11					
◻ CONTROL	5					
○ ESPERA	0					
▽ ALMACENAMIENTO	2					

TAREA :	Proceso de Galvanizado
<input type="checkbox"/> PERSONA:	
<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL :	
EL DIAGRAMA EMPIEZA :	Recibir el material
EL DIAGRAMA TERMINA :	Almacenar
REVISADO POR :	Ing. Diego Espinosa

DETALLES DE METODO :		ACTUAL :	<input checked="" type="checkbox"/>	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen	Distancia	Cantidad	Tiempo	NOTAS
		PROPUESTO :	<input type="checkbox"/>									
1	Recibir el material			○→◻							5	
2	Llevar a la balanza			○→◻							1	
3	Poner en la balanza			○→◻							0.5	
4	Pesar el material			○→◻							1	
5	Tomar el material			○→◻							0.5	
6	Llevar a la zona de almacenamiento			○→◻							1	
7	Almacenar			○→◻							10	
8	Tomar el material			○→◻							1	
9	Llevar a cuba de decapado			○→◻							0.5	
10	Sumergir en cuba de decapado			○→◻							0.5	
11	Decapar			○→◻							5	
12	Tomar el material			○→◻							0.5	
13	Sacar de la cuba de decapado			○→◻							1	
14	Llevar a la tina de enjuague			○→◻							0.5	
15	Sumergir en la tina de enjuague			○→◻							0.5	
16	Enjuagar			○→◻							1	
17	Sacar de la tina de enjuague			○→◻							0.5	
18	Llevar a tina de galvanizado			○→◻							1	
19	Introducir el material en el tambor de galvanizado			○→◻							2	
20	Cerrar tambor de galvanizado			○→◻							1	
21	Sumergir el tambor en la tina de galvanizado			○→◻							1	
22	Encender el motor del tambor			○→◻							0.5	
23	Galvanizar			○→◻							25	

DIAGRAMA DE FLUJO




















































































































RESUMEN	ACTUAL	PROPUESTO	Diferencia	
<input type="radio"/> OPERACIONES	38			
<input type="checkbox"/> TRANSPORTE	11			
<input type="checkbox"/> CONTROL	5			
<input type="checkbox"/> ESPERA	0			
<input type="checkbox"/> ALMACENAMIENTO	2			

TAREA : <u>Proceso de Galvanizado</u>
<input type="checkbox"/> PERSONA :
<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL :
EL DIAGRAMA EMPIEZA : <u>Continúa el proceso</u>
EL DIAGRAMA TERMINA :
REVISADO POR : <u>Ing. Diego Espinosa</u>

DETALLES DE METODO :		ACTUAL : <input checked="" type="checkbox"/>	PROPUESTO : <input type="checkbox"/>	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacenamiento	Distancia	Cantidad	Tiempo	NOTAS
24	Alzar el tambor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
25	Apagar el motor del tambor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
26	Abrir tambor de galvanizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
27	Tomar el material galvanizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			2	
28	Llevar a cuba de enjuague	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
29	Sumergir en cuba de enjuague	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
30	Enjuagar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	
31	Tomar el material de la tina de enjuague	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
32	Llevar a cuba de activación ácida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
33	Sumergir en cuba de activación ácida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
34	Sacar de la tina de activación ácida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
35	Llevar a la cuba de cromatizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
36	Sumergir en la cuba de cromatizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
37	Cromatizar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			3	
38	Sacar de la tina de cromatizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
39	Llevar a la tina de enjuague	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
40	Sumergir en la tina de enjuague	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
41	Sacar de la tina de enjuague	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
42	Llevar a la máquina centrífuga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
43	Poner el material en la máquina centrífuga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			2	
44	Cerrar la máquina centrífuga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
45	Encender la máquina centrífuga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
46	Secado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			5	

DIAGRAMA DE FLUJO

RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		Diferencia		TAREA : <u>Proceso de Galvanizado</u>	
 OPERACIONES	38						<input type="checkbox"/> PERSONA:	
 TRANSPORTE	11						<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL :	
<input type="checkbox"/> CONTROL	5						EL DIAGRAMA EMPIEZA : Continúa el proceso	
 ESPERA	0						EL DIAGRAMA TERMINA : Almacenar	
 ALMACENAMIENTO	2						REVISADO POR : Ing. Diego Espinosa	

DETALLES DE METODO :		ACTUAL :	PROPUESTO :	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacenar	Distancia	Cantidad	Tiempo	NOTAS
47	Apagar la máquina centrífuga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								0.5	
48	Abrir la tapa de la máquina centrífuga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								0.5	
49	Tomar el material de la máquina centrífuga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								2	
50	Llevar el material a zona de almacenamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								1	
51	Revisar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								5	
52	Almacenar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								1	
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
												
TOTAL											98.0	

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL.

Capacidad de los tambores.

	Carga Teórica (Kg)	Carga Real (Kg)	Producción día (kg)
Tambor 1	50	25	231
Tambor 2	40	15	137.5
Tambor 3	40	20	181.5
		Total	550

Tabla: 4 Producción diaria.

Por tanto la producción mensual será de 12 100 Kg al mes.

Se observa una variación en la capacidad de los tambores 2 y 3, esto se debe a factores como, el tipo de material a procesar y sus dimensiones.

Tiempo de producción:

Este dependerá del tipo de material y del estado que el mismo se encuentre en el momento de ser recibido para ser procesado. Se establecen tiempos promedios basados en el material que frecuentemente se procesa.

t1 = 70min	(material casi limpio)
t2 = 98 min	(material con una leve oxidación y suciedad)
t3 = 125 min	(material oxidado, con calamina, grasoso, etc)

HORAS HOMBRE:

260 días/año x 8 horas

2080 horas/año

2 trabajadores

4160 HORAS/HOMBRE

Ver anexo 3.

SECUENCIA DEL PROCESO:

Ba	Recepción y peso
Al	Almacenamiento
De	Decapado
Ed	Enjuague
Bg	Baño de galvanizado

Eg	Enjuague
Ac	Activación ácida
Cr	Cromatizado
Ec	Enjuague
Se	Secado
Alf	Almacenaje

En la secuencia del proceso para un material de t2:

Ver Anexo 4 en el cual consta el diagrama del proceso de cincado actual.

CONCLUSIONES DE PROCESO ACTUAL

Como se puede ver en el proceso detallado en el anexo 2, el diseño actual de la planta, con el que se está trabajando, se encuentran los siguientes inconvenientes:

- La distancia entre cada tina que se tiene que pasar en la secuencia del proceso es amplia e implica pérdida de tiempo en el proceso.
- En el proceso se detalla únicamente el trabajo de uno de los tambores, y en el mismo podemos observar que hay un choque de actividades (circunferencia), que ocasionan un retraso del proceso.
- Si se graficaría el proceso de todos los tambores o baños de galvanizado trabajando se obtendría varios choques en el proceso, causando que el tiempo óptimo de trabajo de los operadores no sea aprovechado al máximo.
- En cada recorrido que realiza el material en las diferentes tinas se observa derrame de líquido lo cual presenta riesgos en el proceso.
- En el diseño actual existe congestión en el proceso debido al reducido espacio con el que cuenta la planta para que el operador pueda desplazarse, tomando en cuenta que tiene que pasar varias veces por el mismo pasillo para completar el proceso.

4.4 ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN LA PLANTA

Se puede concluir del análisis de métodos y tiempos empleados en la planta de cincado que la distribución de los equipos y baños no es la adecuada para este

tipo de plantas ya que en el proceso encontramos varios inconvenientes como:

- Obstrucción del paso, debido a mala ubicación de las áreas de trabajo.
- El proceso tiene un punto donde se produce un cuello de botella, siendo este perjudicial para el proceso ya que causa retazos en la línea de producción.
- Con la actual distribución de la planta se observa movimientos innecesarios del operador.
- Mano de obra; manipulación directa del material por parte del operador.

4.5 ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN

CARACTERISTICAS DE DISTRIBUCIÓN OPCIÓN 1:

- Sistema de limpieza, compuesto por:
 - Desengrase.
 - Activación ácida.
 - Activación alcalina.
- Cuenta con dos baños de cinc sin cianuro. Los cuales carecen de contaminación por cianuros.
- Debido al sistema de desengrase los tiempos de producción de la planta se incrementarán.

CARACTERISTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE OPCIÓN 2:

- El sistema de limpieza se caracteriza por:
 - Desengrase ácido.
 - Enjuague para desengrase.
 - Un baño de activación alcalina.
- El sistema cuenta con dos baños de cinc sin cianuro.
- Para el enjuague de piezas trabajadas en baños cianurados se emplea dos tinajas de enjuague.
 - La primera llamada de enjuague de recuperación.
 - La segunda tina garantiza un óptimo enjuague del material.
- El incremento de enjuagues tanto para baños como para el desengrase, hace q los tiempos se incrementen.

CARACTERÍSTICAS DE DISTRIBUCIÓN DE OPCIÓN 3:

- El sistema de limpieza cuenta con un desengrase fuerte.
- Se trabaja con una tina de baño de cinc sin cianuro.
- Para el enjuague de piezas trabajada en baños cianurados se emplea dos tinas de enjuague.

La primera llamada de enjuague de recuperación.

La segunda tina garantiza un óptimo enjuague del material.

- El almacenamiento del material antes y después de ser procesado se encuentra claramente separado.
- Los tiempos estimados en ésta opción son reducidos ya que se optimiza el tiempo en el sistema de limpieza.

Ver anexo 5, planos de rediseño 1, 2 y 3.

CAPÍTULO V

REDISEÑO DEL PROCESO DE CINCADO

5.1 SUELO

Únicamente se pueden hacer indicaciones generales debido a la diversidad de productos a manipular así como los diferentes materiales a ser tratados.

El mejor suelo para talleres es el de hormigón armado; el hormigón que sirve de basamento a las losetas debe ser muy compacto, firme e inalterable a los ácidos. La entrecapa de asfalto ya no se emplea, en algunas ocasiones para sustituirla se usa goma, plástico o materiales análogos.¹⁸

Porcelana.

Es un material cerámico, se obtiene de los materiales caolín (40-65%), cuarzo (12-30%), y feldespato (15-35%), el caolín da a la masa de porcelana su facilidad de moldeado y resistencia al fuego.

El cuarzo y el feldespato hacen bajar la concentración como materiales empobrecedores. Además el feldespato actúa como un fundente.

Estos materiales tienen que ser puros y sobre todo exentos de hierro ya que este metal podría estropear el color de la porcelana y sobre todo rebajar su poder aislante.

La porcelana es un mal conductor de electricidad y calor, no es atacada por los ácidos, salvo por el fluorhídrico siendo en cambio por las lejías calientes y concentrados.

En el piso se proveen piletas para cada recipiente y canales de desagüe, el espacio entre las paredes y los recipientes debe ser tal que permita el acceso a todas partes para su inspección. Igualmente debe permitir un lavado de toda el área de trabajo, se realiza con agua y para esto el piso debe contar con una ligera inclinación hacia el desagüe.

En el caso de la empresa Metalquímica Galvano se empleará cerámicas especiales resistentes a los ácidos.

¹⁸ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 120

Para la adecuación del piso se construirá una caja de revisión o recolector, la cual contará con una tapa con revestimiento de poliuretano, para las aguas, ésta servirá para la retención de la posible caída y arrastre de objeto; así se evitará el taponamiento de las alcantarillas.

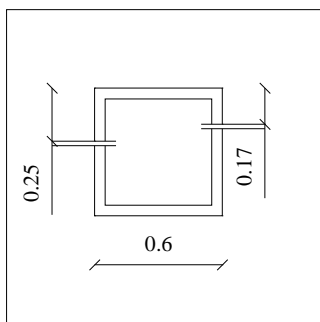


Fig. 10 Diseño de la caja de revisión para las aguas residuales.

En el piso se realizará una inclinación de 1% del borde hacia la caja de revisión.

5.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Para que el proceso de deposición metálica pueda ser llevado a cabo con éxito se utiliza solamente corriente continua o continua pulsatoria de tensión muy reducida, que en los diferentes procesos puede llegar a los 15V; la intensidad de corriente es muy alta y puede llegar hasta varios miles de amperios.

Para la generación de corriente continua o corriente continua pulsatoria se requiere de un rectificador o motor-generador.

Para la nueva instalación se han de emplear los mejores materiales eléctricos presentes en el mercado. La implementación de barras de cobre de 1000A, será de gran utilidad para evitar las pérdidas de electricidad que se puedan tener al ser llevada a los diferentes puntos de conexión.

Otros materiales que serán utilizados se detallan en el siguiente cuadro.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Barra de cobre de 1000 ^a	m	50
Centro de carga 20 posiciones SQD	c/u	1

Breakers de 100A SQD	c/u	2
Breakers de 20A SQD	c/u	3
Breakers de 50A SQD	c/u	2
Breakers de 15A SQD	c/u	3
Cable # 12 AWG	m	180
Cable # 10AWG	m	80
Tomas de protección	c/u	10
Tomas de 220V	c/u	2
Contactores	c/u	6
Caja moldeada	c/u	2
Cable 1/0 AWG	m	350

5.3 RECTIFICADORES

Los rectificadores necesitan un transformador de baja tensión que suele formar aun conjunto con el aparato. La tensión se regula por medio del transformador o por un regulador.

El rectificador debe colocarse en un lugar fresco y protegido para que los vapores ácidos, altas temperaturas, etc., no puedan actuar perniciosamente sobre los delicados recubrimientos de las placas. Estas suelen protegerse contra la humedad, vapores ácidos, etc., con una laca inalterable.¹⁹

Los rectificadores con que cuenta la empresa se encuentran dentro de la vida útil de los mismos, y debido al elevado costo de rectificadores en el mercado, su cambio se pospone para una nueva remodelación de la planta de galvanizado.

Se recomienda realizar un adecuado mantenimiento de los mismos, y establecer periodos para realizar un mantenimiento periódico.

¹⁹ MACHU WILLI ; Op. Cit; Pág. 122, 123

5.4 CONDUCTORES

Una vez generada la corriente adecuada por los rectificadores, para la deposición metálica, ésta es llevada a los objetos mediante conductores de cobre. Actualmente se construyen las barras conductoras con tubos y barras de aluminio, por que éste a una temperatura de 20° C, posee el 60,97% de la conductividad del cobre.

Para evitar pérdidas en de corriente por secciones demasiado pequeñas de conductores se recomienda, para una intensidad de 100 A, una sección de 6 cm².

Los conductores están formados por barras de cobre, que descansan sobre aisladores conduciendo la corriente al ánodo y a las piezas.²⁰

Para obtener depósitos metálicos uniformes se recomienda que las barras de cobre catódica y anódica vayan de una manera alterna, así para recipientes pequeños una barra catódica en medio de dos barras anódicas, y para recipientes grandes dos catódicas y tres anódicas.

Siempre se deben mantener las barras conductoras y los puntos de contacto limpios.

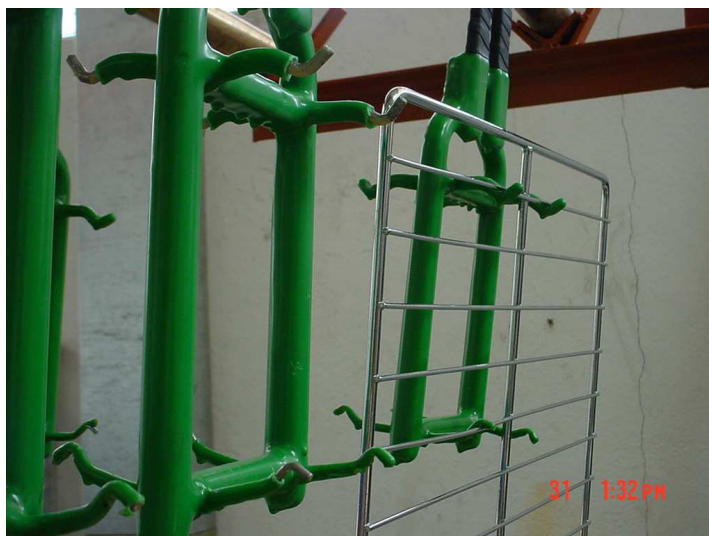
Se mantendrán las barras cilíndricas de cobre con las que se está trabajando actualmente, siempre y cuando se encuentren en buen estado. En el caso de ser necesario de cambiarán e implementarán nuevas barras de cobre.

5.5 BASTIDORES O ARMADURAS PORTA PIEZAS

Para que la corriente que es llevada a través de los conductores llegue a las piezas se emplean bastidores, estos pueden variar en forma y tamaño dependiendo de las piezas a las cuales se va a tratar; estos se disponen ordenadamente a lo largo de los conductores, de forma ordenada y manteniendo la distancia entre si y los ánodos.

Algunos de bastidores son construidos por ganchos curvados, en forma de V invertida, que se suspenden de la barra catódica.

²⁰ MACHU WILLI ; Op. Cit; Pág. 125



Bastidores o armaduras porta piezas para piezas niqueladas.

Fuente: Proporcionado por la empresa Metalquímica Galvano.

Los orificios en placas, anillos, etc., que no deben ser recubiertos, se tapan con un taco de madera, conectándolos al mismo tiempo con la corriente por medio de un alambre de cobre. Si las piezas a recubrir no poseen agujeros para suspenderlas se emplean pinzas que se aplican en los costados. Al suspender las piezas debe tenerse en cuenta que el hidrógeno no pueda alojarse en los rincones o ranuras sino facilitar su escape.²¹

En el caso de la Empresa Metalquímica Galvano se busca automatizar el proceso, con la menor manipulación posible del personal que labora, para así evitar posibles manchas o cualquier daño del material procesado, optimizado la calidad del mismo. Por lo cual la utilización de bastidores o armaduras portapiezas será reducida al mínimo; si fuera necesaria su utilización se emplearán ganchos en forma de V invertida, de alambre de cobre y recubiertos con plásticos, evitando así la pérdida de corriente y el arrastre de metales del baño.

²¹ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 126

5.6 ÁNODOS

Se debe tener en cuenta varias características de los ánodos para que éstos puedan mantener constante la composición del baño; entre ellas la solubilidad, la constitución química, la estructura del grano, etc.

Ánodos fundidos: son más fácilmente solubles, teniendo en cuenta su superficie lisa y densa. Los ánodos aleados deben fundirse con especial cuidado con el fin de que adquieran una estructura uniforme de grano fino. Los ánodos fundidos por su gran solubilidad, se emplean en general, en electrolitos con limitada capacidad de disolución de ánodos, como los laminados y batidos, que son menos fáciles de disolver.

Cuanto más fino sea el grano de la estructura, mayor la densidad y pureza del ánodo, tanto menos LODO se formará en el baño. Una parte de este lodo cae al fondo del baño mientras otra parte queda en suspensión y es trasladada al cátodo, donde provoca recubrimientos ásperos. Otra parte del lodo va a incrustarse en el ánodo, que en estas circunstancias comienza su pasivación disminuyendo su solubilidad.

Los ánodos insolubles: se utilizan cuando es necesario disminuir la solubilidad del ánodo sin menguar la densidad de corriente, o cuando el metal correspondiente es muy difícil de obtener puro o insoluble.

La profundidad a que deben introducirse los ánodos en el baño deber ser igual a la de la pieza más grande.²²

Se emplean ánodos con el 99.9% de pureza para así mantener la pureza de los baños. Se debe exigir una hoja técnica a los proveedores. Ver anexo 6.

²² MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 132,133



Fig. 11 Ánodo de cinc.

Fuente: Empresa Metalquímica Galvano.

5.7 PRETRATAMIENTO DE AGUA

Las aguas residuales de los talleres de tratamientos superficiales tienen principalmente su origen en las aguas de enjuague y los baños agotados. Tenemos así tres grupos de aguas residuales

- Aguas provenientes de baños contienen cianuro sodio, como baños de zinc, cobre, plateado, latonado, dorado.
- Aguas provenientes de baños que contienen sales crómicas hexavalentes derivadas del ácido crómico, presentes en los baños de cromado duro y decorativo.
- Aguas provenientes de baños de decapado ácido, de enjuague ácido, o los desengrases alcalinos en caliente, que deben ser tratados y vertidos en un pH correcto.

Para el vertido a los ríos, se puede admitir concentraciones máximas de 0.02mg/l de cianuro alcalino, de igual forma el cromo hexavalente se admite 3mg/l.

Para el tratamiento de las aguas se realiza por vía química, que son:

- a) *Oxidación de cianuros*: se realiza mediante la adición de cloro gaseoso o de hipoclorito sódico. Producirá gases, que no son peligrosos; el tiempo

que se debe dejar reposar luego de adicionar y agitar es de media a una hora, lo cual dependerá del volumen de agua.

- b) *Reducción de los cromatos*: se realiza para reducir el cromo hexavalente a trivalente, se utiliza el sulfito sódico o el sulfato ferroso. Para neutralizar 1Kg de cromato, se precisan 8 litros de bisulfito sódico al 40%.
- c) *Neutralización general*: se debe restablecer el pH 7 (neutro), con ácido sulfúrico diluido o una solución de sosa. Se neutraliza con cal las aguas residuales provenientes especialmente de instalaciones de decapado; por ejemplo se necesita 600gr de cal para neutralizar 1Kg de ácido sulfúrico.
- d) *Decantación*: las aguas vertidas no deben en ningún caso tener en suspensión elementos sólidos. Una forma de recuperar lodos es mediante la precipitación.²³

La empresa Metalquímica Galvano buscando preservar el medio ambiente ha venido tratando sus aguas residuales. Actualmente se trata las agua en piscinas adecuadas para dicho fin, la persona responsable de realizar el tratamiento y el respectivo análisis de las agua, los lodos resultantes de los mismos se encapsulan en recipientes adecuados y son almacenados.

Con visión de futuro la empresa ha formado parte del Gestor Ambiental "Galvagestor", empresa que se dedicará al tratamiento de agua residuales de talleres de tratamientos superficiales, así proporcionará servicios a la comunidad empresarial del norte de la ciudad, brindando al medio ambiente un tratamiento adecuado de las aguas residuales y así se obtendrá ahorro de la misma ya que esta agua tratada podrá ser reutilizada, o en su defecto se desechará al alcantarillado de agua no contaminante.

Las empresas que adquieran este servicio deberán realizar un pretratamiento de aguas en sus propias plantas antes de ser trasladada al gestor ambiental,

²³ Conferencias: PROCESOS GALVANICOS, TRATAMIENTOS DE AGUA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL, 11 y 14 de Diciembre del 2007.

esto se debe realizar para homogenizar los diferentes tipos de aguas residuales.

En la empresa Metalquímica Galvano se lo realizará mediante:

- Adición de hipoclorito sódico para la oxidación de cianuros.
- Ácido sulfúrico diluido o una solución de sosa para neutralizar las aguas provenientes del decapado.

Los tratamientos serán llevados a cabo en las mismas cubas de enjuague, media o una hora antes de ser evacuadas a las piscinas de tratamiento por medio de mangueras instaladas especialmente para este fin.

5.8 FILTRADO

Para conseguir un resultado irreprochable del baño es preciso proceder a la eliminación de materias contaminantes por el filtrado, no solo durante su preparación sino varias veces, o constantemente durante su funcionamiento.

Los baños de cinc y estaño se filtran raras veces, los de cromo no se filtran nunca. La filtración de los baños se lleva a cabo por medio de filtros de madera, hierro, hierro revestido de goma, acero inoxidable, etc., y diversas materias para filtrar, como tejidos de algodón, tejidos sintéticos, tierra de infusorios, fibras celulósicas, carbón activo, etc.

La empresa contará con tres baños de cinc con cianuro y un baño con cinc sin cianuro, por lo cual son baños que no requieren de un tratamiento especial como es el filtrado, éste se lo realizará una vez o dos al año, como mantenimiento preventivo.

5.9 TAMBORES Y CUBAS

A diferencia de los bastidores los tambores son diseñados para piezas a granel, piezas que debido a su tamaño es difícil y cara su sujeción en

armaduras. En los tambores rotatorios las piezas se mueven sueltas para su galvanizado.

Los tambores en los que se trabajan grandes cantidades de piezas, consisten en un cilindro perforado por pequeños orificios que gira sobre su eje longitudinal en el interior de un recipiente del baño y la corriente llega a las piezas que hacen el oficio de cátodo, por unas varillas colocadas a lo largo del eje.²⁴

Cloruros de polivinilo (PVC o CPV).

Es incoloro y transparente, pero puede colorarse a voluntad. Es incoloro e insípido muy estable frente al ataque de ácidos, lejías, sales y gasolina. El cloruro de polivinilo en su estado original es un material duro. Mediante adiciones puede sin embargo ablandarse para darle consistencia permanente. La unión de láminas, tubos, barras y placas se realiza frecuentemente por soldadura pero también por pegamento.

Puede soldarse entre si por presión mediante el calentamiento hasta la temperatura de fusión. Puede emplearse todas las formas de costuras usuales para el calentamiento se utiliza una corriente de aire caliente o una cuña de soldar calentada eléctricamente.

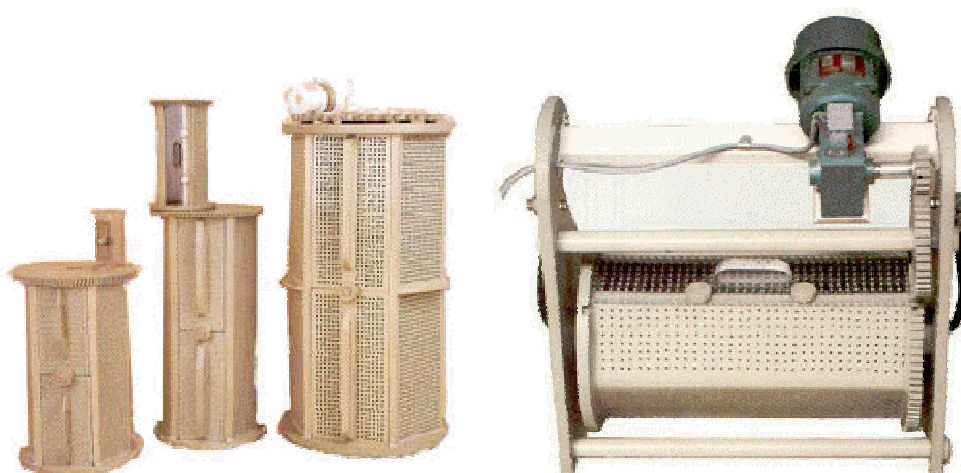


Fig. 12 Tambores para galvanizado.

Fuente: www.venturaorts.com/bombo.htm

²⁴ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 139

Existen actualmente en el mercado tambores con diferentes capacidades de carga dependiendo de la necesidad, ésta se establece de acuerdo al peso que se va a trabajar así se tiene tambores para 15Kg, 25Kg entre otros. Construidos en polipropileno que tienen una mayor vida.

Las cubas pueden ser fabricadas de varios materiales principalmente de acero inoxidable, se recomienda que las cubas tengan un revestimiento interno de PVC que proteja a la cuba de que sea dañada por los diferentes componentes de los electrolitos.

La empresa previendo cambios en la producción así como las necesidades de los clientes a adquirido tambores de polipropileno de diferentes capacidades, por ejemplo uno de 30Kg, 50Kg, además de los tambores con los que se trabaja actualmente. A estos tambores se les da un mantenimiento permanente para prolongar su vida útil y evitar la interrupción en la jornada de trabajo.



Tambor de galvanizado.

Fuente: Empresa Metalquímica Galvano.

5.10 AGITACION Y MOVIMIENTO DE LOS BAÑOS

Debido a la deposición del metal en el cátodo y la disolución de la cantidad correspondiente en el ánodo se empobrece el electrolito en metal, en las

proximidades del cátodo, mientras que en la superficie del ánodo la concentración de la sal metálica es cada vez mayor. Para conseguir en trabajos con grandes densidades de corriente uniformidad en los electrodos es imprescindible la agitación del electrolito.

La forma más sencilla de agitar los electrolitos consiste en la insuflación de aire comprimido en el baño por medio de un serpentín con orificios. El mejor efecto se logra cuando el serpentín se encuentra directamente debajo de las barras porta piezas. La conducción de aire comprimido va unida siempre a una filtración del baño porque el lodo se remueve fuertemente con el aire comprimido.

En los baños de gran producción, si no basta la velocidad del movimiento del cátodo hay que proveer una agitación suplementaria por bombas, hélices, etc.²⁵

Los tambores son los encargados de proporcionar la agitación necesaria para el trabajo de los baños.

En el caso de los enjuagues se dispondrá de agitación por aire con la instalación de tubos dispuesto con agujeros, esto proporcionará un enjuague eficiente.



Cuba de PVC.

Fuente: Proporcionado por la empresa Metalquímica Galvano.

²⁵ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 142, 145

5.11 PURIFICACIÓN DE LOS BAÑOS

Las impurezas contenidas en las sustancias químicas, ánodos, etc., van poco a poco concentrándose en los baños y llegan por último a producir perturbaciones, decoloraciones, manchas, etc., en los recubrimientos. Para mantener a los baños en su plena potencia es necesario efectuar una limpieza de los mismos. Las impurezas o suciedades en estado sólido son fácilmente separables por medio de un sencillo filtrado, pero las solubles son muy difíciles de separar. Estas están formadas por sales metálicas diluidas, materias orgánicas, sustancias coloidales, como emulsiones de aceites y otras.

La purificación de los baños se realiza, generalmente, por precipitación en forma insoluble de las materias solubles y por medio de filtración.

Materias contaminantes como sales de hierro y manganeso trivalentes son fáciles de hidrolizar, se favorece la precipitación añadiendo oxidantes como, peróxido de hidrógeno o peróxido de sodio, y aumentando la temperatura del baño. Es más conveniente la deposición de los metales perjudiciales con pequeñas densidades de corriente.

En los baño alcalino-cianurados el carbonato sódico se cristaliza en gran parte por enfriamiento y congelación.

El carbón activo es capaz de separar del baño por adsorción combinaciones orgánicas macromoleculares o combinaciones complejas, dispersiones de aceite, materias coloidales, que en él se encuentran. Como también detergentes y abrillantadores que existan en el baño, son adsorbidos en mayor o menor parte si se emplea un gran exceso de carbón activo, es preciso suplementarlos después de la purificación.

Se debe tener presente que la purificación de los baños es uno de los factores más importantes para el buen funcionamiento de los mismos. Se ha establecido que la purificación se debe realizar diariamente, mediante la adición de un litro de "Purificador de Cinc", producto elaborado por la misma

empresa, encargada a su laboratorio y el cual es expendido para otras empresas.

El tratamiento con Purificador de Cinc, mantiene las soluciones de baños de cinc en perfectas condiciones por la eliminación de impurezas metálicas de cobre, plomo y cadmio que entran en el baño ya sea por los ánodos, por las sales o por el material caído dentro del baño.

El Purificador para Cinc, se usa tanto en baños de tambor como en baños estáticos.

El no considerar el uso de Purificador para Cinc, provoca depósitos oscuros y un elevado consumo de abrillantador.

Instrucciones de operación:

- Utilizar 2-3 ml. por ltr. de Purificador para Cinc, los cuales deben ser añadidos diariamente. Esta recomendación esta basada sobre operaciones diarias de 8-10 horas promedio.
- Antes de agregar el Purificador para Cinc al baño, hay que diluirlo con 2 partes de agua. El mejor procedimiento es añadir el Purificador para cinc por las noches para tener el baño en perfecto orden al día siguiente.
- Nunca añadir el Purificador para cinc al mismo tiempo, poco antes o poco después del abrillantador o este no dará los resultados esperados.
- Un mínimo de exceso de Purificador para Cinc en el baño es deseado, sin embargo una elevada concentración de Purificador para cinc podría ser perjudicial porque puede presentar un color oscuro en el depósito al pasar al Cromatizado.
- El control del Purificador para Cinc, se efectúa con tiras de papel ceinc test purifier.

Toxicología:

Debido a que es un producto sulfurado-alcalino es altamente tóxico, irrita los ojos, la piel y las mucosas nasales se recomiendan protegerse adecuadamente.

5.12 PURIFICACIÓN ELECTROLÍTICA DE LOS BAÑOS

Tiene por objeto depositar las impurezas metálicas en el cátodo auxiliar, con relativamente bajas densidades de corriente adecuadas a cada metal.

Las impurezas se depositan con diferentes intensidades de corriente, por ejemplo: cobre y plomo 0.2-0.4 A/dm², cinc unos 0.6 A/dm² y hierro con 0.6-1.0 A/dm²; el hierro se deposita en las puntas y los cantos, el cobre y el plomo en las concavidades.

La limpieza continúa hasta que el nuevo cátodo auxiliar produzca recubrimientos sin manchas, hermosos, uniformes y claros. Este tipo de limpieza puede combinarse con otro tipo de purificación como con carbón activo y así mantener muy reducida la contaminación de los baños.²⁶

Metalquímica Galvano lo realiza dependiendo del grado de contaminación de los baños, se debe tener en continua observación el ritmo de trabajo de los baños y el comportamiento de los mismos, si la calidad del depósito ha bajado o se empiezan a presentar manchas, etc., se debe establecer que la purificación con el Purificador de cinc ya no es suficiente y que es necesaria la purificación electrolítica de los baños. Si se tiene un mantenimiento adecuado de los baños, este tratamiento en los baños de cinc no será continuo, más bien será casual de una a dos veces por año.

Este tratamiento consiste en adicionar un cátodo auxiliar, y reducir la corriente a 0.6A, se deja que trabaje durante la noche; al llegar la nueva jornada de trabajo se evalúa al cátodo auxiliar si éste, presenta manchas negras o tiene adheridos en su superficie partículas extrañas se debe repetir el procedimiento a la siguiente noche y así sucesivamente hasta que el cátodo auxiliar presente un recubrimiento uniforme.

²⁶ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 146, 147

Al término de realizado este tratamiento a los baños se recomienda nivelar las sales si es necesario y adicionar abrillantador para la obtención de mejores resultados.

5.13 PROCESO DE SECADO

Las piezas metálicas deben secarse lo más rápidamente posible, después del galvanizado y del lavado final, para evitar ante todo, la aparición de manchas sobre los objetos.

Las grandes masas de pequeños objetos se secan en aparatos centrífugos o eléctricos o en secadores rápidos. El agua adherida a las piezas es lanzada por la fuerza centrífuga contra las paredes perforadas de un tambor que gira con gran rapidez escurriéndose al fondo. Al mismo tiempo la humedad restante se evapora por medio de aire caliente que se introduce por la tapa.

Los objetos ligeros o en cantidades pequeñas se colocan en un cuerpo suplementario que se encaja en el tambor.²⁷



Fig. 13 Centrífuga para piezas a granel.

Fuente: www.maquinriahernando.com

La planta cuenta con dos secadores tipo centrífuga para el secado de piezas al granel, en éstas se introduce el material que sale de los baños de galvanizado y que ha sido previamente cromatizado y enjuagado, en una canastilla que

²⁷ MACHU WILLI; Op. Cit; Pág. 148, 150

encaja en el tambor de la máquina centrífuga, se procede a encender el motor , éste hace girar a tal rapidez que el agua adherida es lanzada a la paredes del tambor y cae hacia el desagüe; para un mejor acabado la centrífuga cuenta con un calentador que proporciona el calor necesario para que el agua restante se evapore y las piezas queden completamente secas, pudiendo así observar la calidad del acabado y brillo.

Las máquinas centrífugas se encuentran en buen estado de funcionamiento, se realiza un mantenimiento preventivo o correctivo si es el caso.

CAPÍTULO VI

SEGURIDAD OCUPACIONAL Y DE MEDIO AMBIENTE APLICADOS AL NUEVO DISEÑO

6.1 USO DE QUÍMICOS

La industria de recubrimientos electrolíticos presenta, si se le compara con otras industrias, bajas eficiencias en cuanto al uso de químicos. Para el recubrimiento con Cromo, por ejemplo, la eficiencia puede ser de hasta el 15% es decir, solo el 15% del metal en el baño de recubrimiento se transfiere a la pieza, el porcentaje restante se pierde como residuo.

La eficiencia del cinc llega al 80%, generando menos residuos que otros tipos de baños, como es el caso del recubrimiento de cromo decorativo que su rendimiento llega al 15%, o el caso opuesto del recubrimiento de oro que posee un rendimiento del 99%.

6.2.1 USO DE FICHAS TÉCNICAS Y SEGURIDAD

- El uso de fichas técnicas y seguridad juega un papel importante en el mantenimiento de seguridad personal y del taller.
- Se debe detallar claramente información acerca del manejo, uso y almacenamiento de químicos que podrían ser riesgosos, síntomas que puede experimentar si esta expuesto al químico, y posibles primeros auxilios.
- Debe estar claramente visible y ubicada cerca del área de almacenamiento del producto.
- El adecuado conocimiento de la información de la ficha por los trabajadores ayudará a prevenir accidentes laborales.

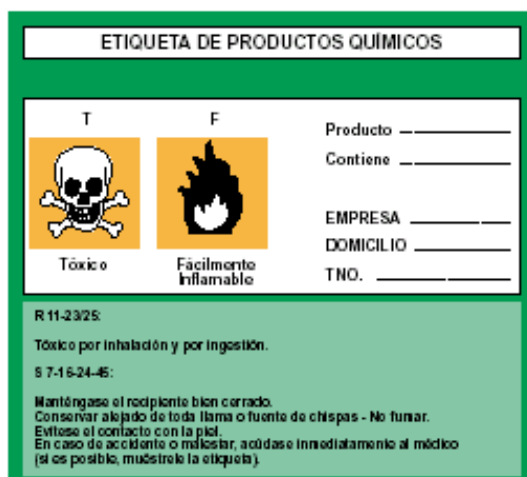


Fig. 14 Etiqueta de información de productos químicos.

Fuente: www.maquinas.prevencion-laboral.com

6.2 PERDIDA DE QUÍMICOS POR ARRASTRE

Un efecto ambiental importante en esta industria es la pérdida de químicos, pues la naturaleza del proceso inevitablemente resulta en una cierta cantidad de químicos gastados a medida que son removidos de las soluciones de recubrimiento (arrastré de químicos).

Estas pérdidas se dan principalmente en los momentos en que las piezas pasan de un baño a otro, provocando que estas dejen caer gotas de las soluciones en el suelo, lo cual, además genera pérdidas económicas, se convierten en una fuente potencial de contaminación, pues estos residuos pueden terminar en las conducciones de agua lluvia.

6.2.1 MINIMIZACIÓN DE ARRASTRES

Uno de los aspectos fundamentales es la prolongación de los tiempos de escurrido. Estas medidas de minimización acompañadas de las de optimización de las técnicas de lavado constituyen un todo que permite adoptar mejoras económicas y ambientales.

Son un conjunto de operaciones encaminadas a la optimización del escurrido acompañadas de medidas constructivas en los bastidores y bombos así como otras relacionadas con la composición o las propiedades físicas del baño o el diseño óptimo de las piezas.

La minimización de los arrastres constituye, sobre todo para las instalaciones de tambor, la medida preventiva más eficaz, tanto desde un aspecto económico como medioambiental.

Algunas medidas de minimización de arrastres son de aplicación específica bien para bastidores o bien para tambor.

Para la minimización de desgaste por arrastre en la utilización de bastidores se recomienda, al final del proceso se establezcan tinas recolectoras sobre las cuales los bastidores son colocados por varios minutos, a este tipo de recolección de líquidos se conoce como recolección por goteo. Este líquido recogido posee gran cantidad de metal por la cual puede ser utilizada para nivelar el baño cuando sea necesario.

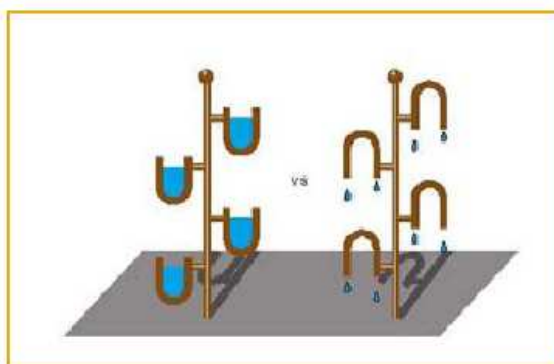


Fig. 15 Recolección por goteo.

Fuente: www.science.oas.org/ENVIRO/sector%20de%20recubrimiento%20de%20metales.pdf -

En el caso de tambores se recomienda que se el tiempo de escurrido sea prolongado, y se lo realice con el tambor en movimiento así el líquido contenido dentro de la piezas o entre si caiga.

En los talleres de galvanoplastia se deben realizar adecuaciones en pisos con este fin, como la construcción de canales de recolección de líquidos

derramados, estos canales serán dirigidos hacia un recolector independiente para cada tipo de líquido y de esta manera podrá ser reutilizado.

6.3 EFECTOS AMBIENTALES GENERALES

La contaminación ambiental generada por las industrias de recubrimientos superficiales radica en tres tipos de materiales contaminantes.

- Contaminación de agua
- Contaminación del aire
- Contaminación de ruido



Fig. 16 Contaminación de aguas y suelo.

Fuente: salvarelplaneta.blogia.com

Estos se generan en el proceso de recubrimientos electrolíticos, siendo la principal la contaminación del agua.

La galvanoplastia es considerada como una actividad de alto impacto ambiental, generando varios tipos de residuos como se observa en la siguiente tabla N° 5.

RESÍDUOS			
Tipo de residuo	Alto impacto	Medio impacto	Bajo impacto
Sólido	x		
Líquido	x		
Gaseoso	x		
Ruido		x	

Tabla5: Impacto de residuos.

Fuente: www.science.oas.org/ENVIRO/sector%20de%20recubrimiento%20de%20metales.pdf -

6.3.1 RESÍDUOS LÍQUIDOS

- Presentes casi en todas las etapas del proceso, especialmente en el enjuague y por baños gastados, goteos, derrames, pérdidas accidentales.
- Contenido graso en los efluentes.
- Vertidos básicos o ácidos según su origen.
- Alto contenido de metales en suspensión.
- Especial toxicidad en cromo hexavalente, estaño bivalente, iones de paladio, cobre, níquel, plata sodio, potasio y algunos orgánicos reductores.

6.3.2 RESIDUOS SÓLIDOS

- Contenido metálico, generado especialmente por el desengrase y el decapado.
- Presencia de polvo, partículas metálicas y abrasivas.

6.3.3 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

- Gases originados en las reacciones atmosféricas.
- Nieblas causadas por tanques abiertos.

6.3.4 MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

- Reducción en el origen: consiste en la reducción de la generación de residuos modificando procesos de producción o inventarios.

- Reducción de volumen: se puede lograr mediante la clasificación de residuos, o mediante tratamientos físicos.
- Reciclaje y recuperación: consiste en la reutilización del residuo en el mismo proceso que lo producido. La recuperación del residuo en otros procesos o en el mismo previo un tratamiento.
- Sustitución de materiales peligrosos en baños de proceso.
- Prolongación de la vida útil de los baños.
- Prolongación de los tiempos de escurrido.
- Adecuación del criterio de enjuague.
- Minimización de las cantidades de agua de enjuague.
- Recirculación completa de la solución de proceso arrastrada por la pieza.
- Concentración y separación de materiales con valor económico importante.

En general todos los seres vivos se encuentran afectados con el impacto ambiental, causando la práctica de un proceso de tratamiento superficial no comprometido con la preservación del ecosistema, varios de los problemas que se presentan a continuación:

En los animales es un elemento bastante tóxico y puede causar problemas respiratorios, susceptibilidad de contraer enfermedades, defectos de nacimiento, infertilidad y formación de tumores.

Las plantas absorben el cromo trivalente de los cultivos existentes ya que para ellas es un nutriente esencial, no obstante un incremento de la sustancia en el suelo puede generar efectos adversos en su desarrollo.

6.4 IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS EN EL NUEVO DISEÑO

SEGURIDAD E HIGIENE

Se debe destacar que la higiene en el trabajo como la seguridad que se deba poner en el mismo son de gran importancia física de la empresa, principalmente buscan los dos preservar la salud y seguridad del personal que

labora. Es por todo esto que no puede haber seguridad si no hay higiene en el trabajo.

6.4.1 HIGIENE EN EL TRABAJO

Es el método orientado al reconocimiento, evaluación y control de los factores de riesgo (físicos, químicos, biológico, ergonómicos y psicosociales) que se generan en el ambiente de trabajo y que causan enfermedad o deterioro del bienestar físico, biológico y psíquico del trabajador.

Es importante dejar claros varios conceptos para entender de buena manera la importancia de la higiene en el trabajo.

- **Área de Trabajo.** Lugar físico de trabajo identificado y delimitado donde el trabajador desarrolla sus actividades.
- **Enfermedad de Trabajo.** Es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en el que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.
- **Incapacidad Permanente Parcial.** Es la disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar.
- **Incapacidad Permanente Total.** Es la pérdida de las facultades o aptitudes de una persona que la imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida.
- **Incapacidad Temporal.** Es la pérdida de facultades o aptitudes que imposibilitan parcial o temporalmente a un personal para desempeñar su trabajo por algún tiempo.
- **Incidente.** Acontecimiento no deseado que bajo circunstancias un poco diferentes pudo haber resultado en daño físico, lesión o enfermedad, o bien daño a la propiedad.
- **Índice de Frecuencia.** Estima la cantidad de accidentes causantes de incapacidad, multiplicada por el coeficiente $K = (1,000,000)$ y dividida por el número de horas-hombre trabajadas.
- **Índice de Gravedad.** Es la relación de días perdidos por accidentes incapacitantes multiplicada por millón de horas-hombre trabajadas.

- **Índice de Siniestralidad.** Establece una relación que permite ponderar la magnitud de los índices de frecuencia y gravedad, es el producto algebraico de éstos.
- **Puesto de Trabajo.** Conjunto de actividades tipificadas en el profesiograma del contrato de trabajo, que son efectuadas por un trabajador de una categoría laboral determinada y que implican un tiempo y espacio específico sin que necesariamente sea un puesto fijo o estacionario.
- **Regionalización de Riesgos.** La zonificación de áreas críticas donde existe la posibilidad de ocurrencia de un suceso no deseado.
- **Riesgo.** La posibilidad de ocurrencia de un suceso no deseado. (daño físico, lesión, enfermedad o pérdida).
- **Riesgos de Trabajo.** Son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.
- **Tasa de Incidencia.** Se refiere al número de casos nuevos de accidentes o enfermedades que se presentan en un periodo dado en una población dada.
- **Tasa de Prevalencia.** Se refiere al número de casos existentes, tanto nuevos como anteriores, en un periodo dado, en relación con la población en que están ocurriendo.

6.4.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

La Seguridad e Higiene laboral es la encargada de detectar los riesgos inherentes a cualquier actividad, proponer las medidas preventivas y correctivas con el objeto de eliminarlos o por lo menos minimizarlos, monitoreando constantemente a través de mediciones e inspecciones, las diferentes variables que pudieran originar dichos riesgos o incrementarlos

6.4.3 COMO IMPLEMENTAR ESTE SERVICIO

Un servicio de seguridad e higiene y medicina laboral no se puede implementar sin una gestión coherente y cuidadosa del comportamiento ambiental de una

actividad, lo que a su vez influirá irremediablemente sobre la calidad del producto que dicha actividad desarrolla.

Un servicio de seguridad e higiene y medicina laboral debe registrar todas las actividades desarrolladas tales como evaluaciones periódicas, estudios de microclima laboral, monitoreos, análisis de laboratorio, capacitaciones y visitas ejecutadas a la Empresa en un libro de registros.

Existen normas preventivas para la instalación de talleres de éste tipo, que a continuación se resumen:

➤ Principios generales para la instalación de talleres

Ventilación abundante, por encima de las cubas, insuflación de aire sobre costado y aspiración por el costado opuesto.

Pavimento impermeable con declive para la evacuación de los líquidos residuales.

Paredes con revoque estanco hasta la altura de un metro.

➤ Recipientes y almacenamiento

Recipientes provistos de tapones o juntas de caucho, o estancos.

Recipientes metálicos, sólidos, preferiblemente con apertura de palanca u otro sistema que evite el empleo de herramientas.

Los cianuros o sus soluciones no deben entrar en contacto con ácidos, pues ello acarrearía la producción de ácido cianhídrico, muy volátil tóxico.

En prevención de explosión evítese toda posibilidad de que puedan caer materias extrañas al baño, como trapos, papeles, agua, etc., en los baños cianurados.

Es recomendable vigilar periódicamente la posible presencia de tóxico en el aire a nivel de los puestos de trabajo.

Los recipientes vacíos de cualquier naturaleza deben ser limpiados con agua hirviente antes de tirarlos o enviarlos a recuperación.

➤ Prescripciones especiales.

Los baños cianurados no deben situarse en proximidad inmediata con baños ácidos. Las aspiraciones deben ser independientes. Las correcciones y reposiciones de baños deben llevarse a cabo por personal idóneo. Los baños

deben mantenerse tapados cuando no están en servicio. Los baños cianurados deben estar señalados como tales en forma clara.

El vaciado y evacuación de baños ácidos y baños cianurados no debe efectuarse simultáneamente ni con insuficiente intervalo de tiempo. La limpieza de las cubas debe llevarse a cabo bajo vigilancia.

➤ Desperdicios y aguas residuales

El consejo oficial es que los líquidos residuales cianurados no sean vertidos al alcantarillado por razón de los riesgos que ello podría crear para el personal que eventualmente se hallara trabajando en la red.

Se recomienda la neutralización sistemática de los residuos cianhídricos antes de su evacuación.

➤ Prevenir riesgos de incendios

Conoce las causas que pueden provocar un incendio en tu área de trabajo y las medidas preventivas necesarias.

Recuerda que el buen orden y limpieza son los principios más importantes de prevención de incendios.

No fumes en lugares prohibidos, ni tires las colillas o cigarros sin apagar.

Controla las chispas de cualquier origen ya que pueden ser causa de muchos incendios.

Ante un caso de incendio conoce tu posible acción y cometido.

Si maneja productos inflamables, preste mucha atención y respete las normas de seguridad.

Los establecimientos deben estar provistos de medios de socorro contra incendios, bocas de agua, bombas o cubos, extintores, arena, palas, etc.

➤ Principales problemas para la salud con los diferentes productos.

CINC: las intoxicaciones se traducen por un sabor metálico desagradable de los alimentos o bebidas, y ocasiona vómitos abundantes, diarrea, seguidos de temblores, parálisis, enfriamiento, debilidad, etc., existe riesgo de intoxicación grave a partir de un gramo. Se debe realizar un lavado de estómago y precipitación del cinc por medio de magnesia y carbonatos alcalinos, calor, suero glucosado intravenoso.

AGREGAR ÁCIDOS

➤ Accidentes oculares

Cuerpos extraños, tienden a alojarse bajo el párpado superior, y ello permite algunas veces una extracción fácil, sin embargo, el cuerpo extraño puede hallarse incrustado en la cornea y esto llevará a lesiones si se intenta sacar inadecuadamente.

Quemaduras térmicas, la córnea queda a menudo protegida por el reflejo que origina el parpadeo y por la evaporación del líquido lacrimal que se halla en su superficie.

Quemaduras químicas, localizadas en la conjuntiva, en la córnea, etc., benignas o poco graves. Pueden ser provocadas por bases como sosa cáustica o por ácidos.

➤ Electricidad

Toda instalación debe considerarse bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.

No realice nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión.

Si trabaja con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica, aíslese. Utilice prendas y equipos de seguridad.

Si observa alguna anomalía en la instalación eléctrica, comuníquela. No trate de arreglar lo que no sabe.

Si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos se corren un grave peligro, por lo que deben ser reparados de forma inmediata.

Al menor chispazo desconecta el aparato o máquina.

Preste atención a los calentamientos anormales en motores, cables, armarios y notifícalo.

➤ Instalaciones Eléctricas

Buen estado de los conductores (peladuras, empalmes mal hechos) y montaje correcto de los elementos.

Normalmente, las cubas, bastidores de motores, etc., deberían estar conectados a tierra, cosa que está bien lejos de ser práctica corriente.

Utilizar disyuntores de seguridad sobre circuitos de toma de tierra, los cuales cortan la corriente en menos de tres centésimas de segundo.

Préste atención a los riesgos particulares inherentes a los trabajos efectuados dentro de cubas metálicas o en rincones de taller cerca de elementos metálicos, y alumbrados con una lámpara deficiente.

➤ Riesgos eléctricos

En talleres electrolíticos, las corrientes de alimentación de los baños se encuentran igualmente en los puntos más diversos de la tensión de distribución. Por tanto el riesgo existe, y tiene mayor entidad que en otra parte por razón del pavimento húmedo y excelente conductor.

Electrocuciones, éstas pueden ser directas o indirectas, la corriente atraviesa gran parte del cuerpo si la corriente va desde la mano al pie. Las consecuencias pueden ser amputaciones de miembros, hasta la muerte.

➤ Equipo de protección individual.

Utilizar el equipo de seguridad que la empresa pone a su disposición

Mantenga su equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pida que sea cambiado por otro

Lleva ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen

Si hay riesgos de lesiones para tus pies, no dejes de usar calzado de seguridad

Cuando trabaje en alturas colóquese el cinturón de seguridad

Sus vías respiratorias y oídos también pueden ser protegidos.

En los puestos de trabajo utilizar, guantes protectores, mandiles de caucho, gafas. No coger el cianuro con las manos desnudas, y sobre todo con heridas o escoriaciones al descubierto.

Como es obvio, debe evitarse la posibilidad de ingestión de la menor partícula de sal de cianuro; por consiguiente, no se debe comer, beber, ni fumar en los locales en que se manipule este tóxico.

Al término del trabajo, como asimismo antes de toda comida o bebida, y también antes de fumar, debe procederse a un lavado de manos con agua caliente, jabón y cepillo.

Lávese igualmente los guantes y mandiles de caucho después de cada período de trabajo. En interés propio, el personal expuesto al riesgo cianhídrico debe someterse a una visita médica preventiva, y a varias inspecciones anuales.

➤ Orden y limpieza

No deje materiales alrededor de las máquinas. Colóquelos en lugar seguro y donde no estorben el paso.

Recoja las tablas con clavos, recortes de chapas y cualquier otro objeto que pueda causar un accidente.

Guarde ordenadamente los materiales y herramientas. No los deje en lugares inseguros.

No obstruyas los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.

➤ Emergencias

Preocúpese por conocer el plan de emergencia. Conozca las instrucciones de la empresa al respecto.

Siga las instrucciones que se le indiquen en particular de quien tenga la responsabilidad en esos momentos.

No corra ni empuje a los demás, si está en un lugar cerrado busque la salida más cercana sin atropellamientos.

Use las salidas de emergencia, nunca los ascensores o montacargas.

Preste atención a la señalización, le ayudará a localizar las salidas de emergencia.

Asegúrese a quien necesita más su ayuda y atienda al herido o heridos con cuidado precaución.

No haga más de lo indispensable.

No de jamás de beber a una persona sin conocimiento; puedes ahogarla con el líquido.

Avisé inmediatamente por los medios que puedas al médico o servicio de socorro.

6.4.4 NORMATIVAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS TRABAJADORES.

Deberes generales de los trabajadores.

Los trabajadores deberían tomar todas las medidas razonables para eliminar o reducir al mínimo para ellos mismos y para los demás los riesgos que entraña la utilización de productos químicos en el trabajo.

Los trabajadores deberían velar, en cuanto sea posible y con arreglo a la capacitación que posean y a las instrucciones recibidas de su empleador, por su propia seguridad y salud, y por la seguridad y salud de las demás personas a quienes puedan afectar sus actos u omisiones en el trabajo.

Los trabajadores deberían utilizar correctamente todos los medios de que disponen para su protección o la de los demás.

Los trabajadores deberían señalar sin demora a su supervisor toda situación que, a su juicio, pueda entrañar un riesgo, y a la que no puedan hacer frente adecuadamente ellos mismos.

Derechos de los trabajadores.

Los trabajadores interesados y sus representantes deberían tener el derecho a obtener:

- Información sobre la identificación de los productos químicos utilizados en el trabajo, las propiedades peligrosas de tales productos, y las medidas de precaución que deban tomarse.
- La información contenida en las etiquetas y los símbolos.
- Las fichas de datos de seguridad; cualesquiera otras informaciones que deban conservarse, conforme a lo dispuesto en este repertorio, en una forma y un lenguaje que puedan comprender fácilmente.

Los trabajadores deberían recibir:

- Información sobre la clasificación y el etiquetado de productos químicos y sobre fichas de datos de seguridad en una forma y en un lenguaje que puedan comprender fácilmente.
- Información sobre los riesgos que pueda entrañar la utilización de productos químicos peligrosos en su trabajo.

- Instrucciones escritas u orales basadas en las fichas de datos de seguridad y si fuera menester específicas para el lugar de trabajo.
- Formación y en caso necesario, readiestramiento sobre los métodos disponibles de prevención y control de dichos riesgos, así como sobre los métodos adecuados para protegerse contra ellos, en particular métodos idóneos de almacenamiento, transporte y eliminación de desechos, así como medidas de urgencia y de primeros auxilios.
- Los trabajadores y sus representantes deberían tener derecho a tomar las precauciones adecuadas, en colaboración con el empleador, para proteger a los trabajadores contra los riesgos potenciales que entraña la utilización de productos químicos peligrosos en el trabajo.

Los trabajadores deberían tener el derecho:

- De alertar a sus representantes, al empleador o a la autoridad competente sobre los peligros potenciales que puedan surgir de la utilización de productos químicos en el trabajo.
- De apartarse de cualquier peligro derivado de la utilización de productos químicos, cuando tengan motivos razonables para creer que existe un riesgo grave e inminente para su seguridad o su salud, y deberían señalarlo sin demora a su supervisor; en caso de que su estado de salud aumente el riesgo de sufrir daños, por ejemplo por sensibilización a un producto químico peligroso, a ser ocupados en un trabajo alternativo que no requiera la utilización de ese producto, siempre que se disponga de tal trabajo y que los trabajadores interesados estén calificados o puedan ser razonablemente formados para ejercerlo.
- Tratamiento médico adecuado y a una indemnización por concepto de accidente o enfermedad provocados por la utilización de productos químicos en el trabajo.
- Abstenerse de utilizar un producto químico definido como peligroso, si no se dispone de la información pertinente, ya sea en la forma de ficha de datos de seguridad o de información obtenida por el empleador.

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO DISEÑO.

7.1 ANÁLISIS DE COSTOS DEL REDISEÑO

La empresa Metalquímica Galvano ha destinado un presupuesto de 15 000 dólares para el rediseño del proceso de cincado los cuales serán distribuidos de la siguiente forma:

PISO

La inversión destinada es de 3 500 dólares.

- Se realizará adecuaciones en la impermeabilización con una inclinación de un grado hacia la caja de revisión.
- Construcción de canales para que los líquidos regados por goteos sean arrastrados a la caja de revisión.
- Se cubrirá el piso con andenes plásticos.
- Protección de paredes con cerámica resistente a los ácidos.

SISTEMA ELÉCTRICO

La inversión destinada es de 8 000 dólares.

- Instalación de barras de cobre para la transmisión de la corriente desde los rectificadores a los baños.
- Adecuación del sistema de alumbrado.
- Mantenimiento de rectificadores.

IMPREVISTOS

La inversión destinada es de 3 500 dólares.

- Renovación de tinas e implementación de estructura para la descarga del tambor.

7.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Se debe destacar que la variación de los costos en la producción será mínima debido al incremento de un baño, lo cual conlleva el incremento de la

capacidad de producción de la planta de galvanizado.

Este análisis se basa principalmente en la variación de costos de operación para el nuevo proceso, debido al incremento de un nuevo baño de galvanizado.

PROYECCIONES DE INCREMENTO DE LA PLANTA

INVERSIÓN

Suelo	3500,00	
Sistema eléctrico	8000,00	
Imprevistos	3500,00	
TOTAL INVERSION	15000,00	USD

7.2.1 ANÁLISIS DE COSTOS (MENSUAL)

COSTOS FIJOS

Máquinas y equipos	2125,83	
Depreciación maquinaria	340,13	
Imprevistos	49,32	
TOTAL COSTO		
FIJO	2515,28	USD/MES

COSTOS VARIABLES

Materia prima	1128,40	
Mano de obra directa (3 personas)	1002,87	
Mano de obra indirecta	1253,61	
Servicios básicos	630,05	
Imprevistos	80,30	
TOTAL COSTO		
VARIABLE	4095,23	USD/MES

COSTOS TOTALES

Donde:

CT: Costo

Total

Cf: Costo fijo

Cv: Costo variable

$$CT = Cf + Cv$$

$$CT = 6610,51 \text{ USD / MES}$$

PRODUCCIÓN

Producción Actual
12100kg/mes

Producción calculada con el rediseño
17160kg/mes

INGRESOS TOTALES

Donde:

IT: Ingreso

Total

Pv: Precio de venta (USD)

Xp: Producción (KILOS)

$$IT = Pv * Xp$$

$$0,60 *$$

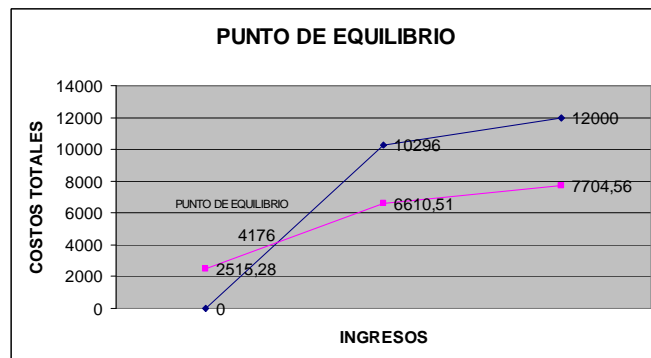
$$IT = 17160$$

$$IT = 10.296,00 \text{ USD/MES}$$

PUNTO DE EQUILIBRIO

$$PE = \frac{\text{CostosFijos}}{1 - \frac{\text{CostosVariables}}{\text{VentasTotales}}}$$

$$PE = \frac{2515,28}{1 - \frac{4095,23}{10296}} = 4176,00 \text{ usd}$$



UTILIDAD

Donde:

UT: Utilidad Total

IT: Ingresos Totales

CT: Costos totales

$$UT = IT - CT$$

$$UT = 10.296,00 - 6610,51$$

UT = 3685,49 USD / MES

RENTABILIDAD

$$R = \frac{\text{Utilidad}}{\text{CostosTotales}}$$

$$R = \frac{3685,49}{6610,51} \times 100 = 55,75$$

RELACIÓN COSTO/BENEFICIO

Donde:

Bn: Ingresos totales

10296,00

Cn: Costos totales

6610,51

CVAS 14%: 3,433

$$Re l \frac{Bn}{Cn} = \frac{\sum_{n=0}^n Bn(1+i)^{-n}}{\sum_{n=0}^n Ct(1+i)^{-n}} > 1$$

$$Re l \frac{Bn}{Cn} = \frac{10296 * 3.433}{6610,51 * 3.433} = 1.55 > 1$$

Resultado de la Inversión:

Con la inversión sugerida la producción mensual se incrementa en 41.82% equivalente a 5.060 kilos mensuales, que al precio actual representa un ingreso mensual adicional de USD 3.036,00

Con los parámetros establecidos se estima que la inversión se recuperaría aproximadamente en cinco meses.

CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Beneficios netos(Bn)	10296
Costos netos (Cn)	7860,51
Excedente (En)	2435,49

	0	1	2	3	4	5
Bn		10296	10296	10296	10296	10296
Cn		7860.5	7860.5	7860.5	7860.5	7860.5
En		2435.49	2435.49	2435.49	2435.49	2435.49

$$VAN = \sum_{n=1}^N [(Bn - Cn) * (1 + i)^{-n}] - I > 0$$

$$VAN = (2435.49 * 3.433) - 7860.51 = 500.52$$

CÁLCULO DEL TIR

i1 = 14%	VAN 14%	500,52
i2 = 20%	VAN 20%	-575,96

$$TIR = i1 + \frac{(i2 - i1) * (B1 - C1)}{(B1 - C1) - (B2 - C2)}$$

$$TIR = 14\% + \frac{(20 - 14) * 500.52}{500.52 - (-575.96)} = 17\%$$

OBSERVACIÓN

Es recomendable en el rediseño realizar cambio de rectificadores, la implementación de extractores de gases con lo cual la inversión varía en un porcentaje considerable; el análisis de la variación de la inversión se detalla en el Anexo 7.

7.3 EVALUACIÓN DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LA PRODUCCIÓN

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROCESO

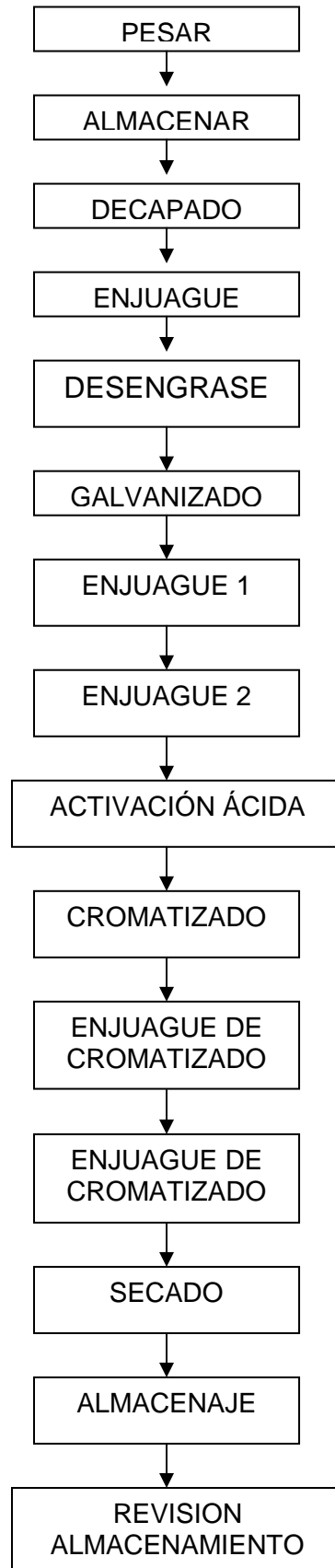


DIAGRAMA DE FLUJO

RESUMEN	ACTUAL	PROPUESTO	Diferencia	
○ OPERACIONES		59		
◻ TRANSPORTE		15		
◻ CONTROL		6		
○ ESPERA		0		
▽ ALMACENAMIENTO		3		

TAREA : Proceso de Galvanizado
<input type="checkbox"/> PERSONA:
<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL :
EL DIAGRAMA EMPIEZA : Recibir el material
EL DIAGRAMA TERMINA : Almacenar
REVISADO POR : Ing. Diego Espinosa

DETALLES DE METODO :		ACTUAL : <input type="checkbox"/>	PROPUESTO : <input checked="" type="checkbox"/>	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen	Distancia	Cantidad	Tiempo	NOTAS
1	Recibir el material			○	◻	◻	○	▽			5	
2	Llevar al a balanza			○	◻	◻	○	▽			1	
3	Poner en la balanza			○	◻	◻	○	▽			0.25	
4	Pesar el material			○	◻	◻	○	▽			1	
5	Tomar el material			○	◻	◻	○	▽			0.25	
6	Llevar a la zona de almacenamiento			○	◻	◻	○	▽			1	
7	Almacenar			○	◻	◻	○	▽			10	
8	Tomar el material			○	◻	◻	○	▽			1	
9	Llevar a cuba de decapado			○	◻	◻	○	▽			0.5	
10	Sumergir en cuba de decapado			○	◻	◻	○	▽			0.25	
11	Decapar			○	◻	◻	○	▽			5	
12	Tomar el material			○	◻	◻	○	▽			0.25	
13	Sacar de la cuba de decapado			○	◻	◻	○	▽			0.5	
14	Llevar a tina de enjuague			○	◻	◻	○	▽			0.5	
15	Sumergir en la tina de enjuague			○	◻	◻	○	▽			0.25	
16	Enjuagar			○	◻	◻	○	▽			1	
17	Sacar de la tina de enjuague			○	◻	◻	○	▽			0.25	
18	Llevar a tina de almacenamiento			○	◻	◻	○	▽			0.5	
19	Sumergir el material en la cuba de almacenamiento			○	◻	◻	○	▽			0.25	
20	Almacenar			○	◻	◻	○	▽			10	
21	Tomar el material			○	◻	◻	○	▽			0.25	
22	Sacar de la cuba de almacenaje			○	◻	◻	○	▽			0.5	
23	Llevar a la cuba de desengrase			○	◻	◻	○	▽			1	

DIAGRAMA DE FLUJO

RESUMEN	ACTUAL	PROPUESTO	Diferencia		TAREA : <u>Proceso de Galvanizado</u>
<input type="radio"/> OPERACIONES		59			<input type="checkbox"/> PERSONA:
<input type="radio"/> TRANSPORTE		15			<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL :
<input type="radio"/> CONTROL		6			EL DIAGRAMA EMPIEZA : <u>Continúa el proceso</u>
<input type="radio"/> ESPERA		0			EL DIAGRAMA TERMINA :
<input type="radio"/> ALMACENAMIENTO		3			REVISADO POR : <u>Ing. Diego Espinosa</u>

DETALLES DE METODO :		ACTUAL : <input type="checkbox"/>	PROPUESTO : <input checked="" type="checkbox"/>	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen	Distancia	Cantidad	Tiempo	NOTAS
24	Introducir el material en el tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1.5	
25	Cerrar tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.5	
26	Sumergir tambor en desengrase		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
27	Encender motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
28	Desengrase		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	
29	Alzar tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.5	
30	Apagar el motor del tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
31	Llevar el tambor al baño de galvanizado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	
32	Sumergir el tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
33	Encender motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
34	Galvanizar		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		25	
35	Alzar tambor de baño		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.5	
36	Apagar motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
37	Llevar a tina de enjuague 1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	
38	Sumergir tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
39	Encender motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
40	Enjuague		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1.5	
41	Sacar tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.5	
42	Apagar el motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
43	Llevar a tina de enjuague 2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	
44	Sumergir tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
45	Encender motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.25	
46	Alzar de tina de enjuague		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0.5	

DIAGRAMA DE FLUJO

RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		Diferencia		TAREA : <u>Proceso de Galvanizado</u>	
<input type="radio"/> OPERACIONES			59				<input type="checkbox"/> PERSONA:	
<input type="radio"/> TRANSPORTE			15				<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL :	
<input type="radio"/> CONTROL			6				EL DIAGRAMA EMPIEZA : Continúa el proceso	
<input type="radio"/> ESPERA			0				EL DIAGRAMA TERMINA :	
<input type="radio"/> ALMACENAMIENTO			3				REVISADO POR : Ing. Diego Espinosa	

DETALLES DE METODO :		ACTUAL : <input type="checkbox"/>	PROPUESTO : <input checked="" type="checkbox"/>	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen	Distancia	Cantidad	Tiempo	NOTAS
47	Apagar motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
48	Llevar a tina de activación ácida		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			1	
49	Sumergir tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
50	Encender motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
51	Alzar tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.5	
52	Apagar motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
53	Llevar a tina de cromatizado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			1	
54	Sumergir tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
55	Encender motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
56	Cromatizar		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			3	
57	Alzar tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.5	
58	Apagar motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
59	Llevar a tina de enjuague de cromatizado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			1	
60	Sumergir tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
61	Encender motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
62	Alzar tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.5	
63	Apagar motor de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
64	Llevar a zona de descarga		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			1	
65	Abrir tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.5	
66	Descargar material de tambor		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			1.5	
67	Tomar el material		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.25	
68	Llevar a máquina centrífuga		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.5	
69	Introducir el material		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			0.5	

DIAGRAMA DE FLUJO

RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		Diferencia		TAREA : <u>Proceso de Galvanizado</u>
<input type="radio"/> OPERACIONES			59				<input type="checkbox"/> PERSONA:
<input type="checkbox"/> TRANSPORTE			15				<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL :
<input type="checkbox"/> CONTROL			6				EL DIAGRAMA EMPIEZA : Continúa el proceso
<input type="checkbox"/> ESPERA			0				EL DIAGRAMA TERMINA : Almacenar
<input type="checkbox"/> ALMACENAMIENTO			3				REVISADO POR : Ing. Diego Espinosa

DETALLES DE METODO :		ACTUAL : <input type="checkbox"/>	PROPUESTO : <input checked="" type="checkbox"/>	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacen	Distancia	Cantidad	Tiempo	NOTAS
70	Serrar tapa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.25	
71	Encender		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.25	
72	Secado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			5	
73	Apagar máquina centrífuga		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.25	
74	Levantar tapa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.25	
75	Tomar el material		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0.5	
76	Llevar a zona de almacenaje		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
77	Revisar		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			2	
78	Almacenar		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			1	
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

TIEMPO DE PRODUCCIÓN:

El tiempo calculado para este nuevo proceso se base en tres tipos de materiales que se procesan frecuentemente:

Material limpio	57 min
Material con leva oxidación y suciedad	104.5 min
Material oxidado, con calamina, grasoso, etc.	120 min

Se observa que los tiempos en general aumentan, esto se debe al incremento en el tiempo de escurrido que debe tener el tambor luego de salir de cada baño. Mediante la mejora en el escurrido se disminuye el arrastre de materia prima y por tanto un menor desgaste de los mismos.

El incremento de una tina de enjuague adicional garantiza una buena limpieza de la pieza además de disminuir al máximo el arrastre de sales.

DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama muestra la ruta crítica del proceso, determinada por los operaciones que se tardan más tiempo en realizarse. Con lo cual permite saber de cuales operaciones se debe poner atención.

Si se pretende reducir el tiempo total, la aceleración de operaciones solo es recomendable para la tarea en ruta crítica.

En el caso del diseño propuesto para el proceso de cincado, los mayores tiempos se presentan es en los baños los cuales no pueden se reducidos por cuestiones de calidad.

Una forma de optimizar el proceso, es con la reducción de tiempos en los puntos de almacenaje.

Ver Anexo 8.

7.4 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

El diseño que se aplicará al proceso, es la OPCIÓN 3.

Ventajas de la opción 3 sobre las 2 opciones propuestas:

- Se simplifica el sistema de limpieza; se trabaja con una tina de

desengrase fuerte, no necesita un enjuague adicional.

- Se trabaja con un baño de cinc sin cianuro, debido a costos de mantenimiento del baños son elevados, y si se trabaja de manera inadecuada el baño puede contaminarse causando problemas como manchas, ampollas, etc.
- Dos tinas para enjuague de baños cianurados, esto optimiza la recuperación de materia prima como sales; se lo hace mediante la adición de este enjuague al baño de cianuro cuando éste ha perdido el nivel de trabajo (no recompensa al 100% las sales, se tiene que analizar para una adecuada nivelación de sales en el baño). El segundo enjuague garantiza un buen enjuague de las piezas, evitando manchas y el arrastre de sales de baño de galvanizado a otras tinas de baños posteriores.
- Optimiza el espacio del proceso dando lugar a crear áreas como mayor espacio para la movilidad del personal, mayor espacio para el almacenamiento del material.
- La opción 3 optimiza los tiempos en un 5% con relación a las dos opciones propuestas.

Ver Anexo 9.

La capacidad del nuevo proceso esta dado por:

- Capacidad de los tambores
- Tiempo que se tarda un tambor en completar el proceso.

Capacidad de los tambores

Especificaciones de tambores:

	Capacidad de los tambores (Teórica)	Capacidad de los tambores (Real)
Tambor 1 (Diferentes piezas)	50Kg	25 Kg
Tambor 2 (Diferentes piezas)	40 Kg	15 Kg
Tambor 3 (Piezas a granel)	40 Kg	20 Kg
Tambor 4 (Diferentes piezas)	50 Kg	25 Kg

Tabla 6: Capacidad de tambores

Entre el tambor 2 y 3 que son de la misma capacidad se observa una diferencia en el rendimiento, esto se debe a que el tambor 3 posee contactos interiores en forma de V apropiado para trabajar piezas a granel.

El tambor 4 se implementa en el proceso.

Tiempo que se tarda un tambor en completar el proceso.

PROCESO	TIEMPO (minutos)
Desengrase	7.25
Baño de galvanizado	27.25
Enjuague 1	3.75
Enjuague 2	2.25
Activación ácida	2.25
Cromatizado	5.25
Enjuague	2.25
Descarga	3
Tiempo total (empleado/tambor)	53.25

Tabla 7: Tiempo de recorrido de un tambor.

Este es un tiempo estimado, se debe tener en cuenta que el proceso presenta ruta crítica en los baños de galvanizado, por lo cual este sería el tiempo esperado para el proceso.

Con el tiempo establecido en el proceso se obtendrá una producción promedio, así:

	Carga (Kg)	Producción/día (Kg)
Tambor 1	25	231
Tambor 2	15	137.5
Tambor 3	20	180.5
Tambor 4	25	231
	Total	780

Tabla 8: Producción diaria.

Como se observa en la tabla anterior la capacidad de producción de la planta llegará a 780Kg al día a diferencia de los 550Kg que la planta de galvanizado produce actualmente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Al finalizar el proyecto se llegó a las siguientes conclusiones:

- Mediante la implementación del nuevo diseño del proceso de cincado la planta de galvanizado la empresa Metalquímica obtendrá un proceso de calidad.
- El análisis económico arroja resultados positivos con lo cual se demuestra que el proyecto es factible de realizarse, observando que la inversión será recuperada a partir del quinto mes de realizado el rediseño.
- Con el pre-tratamiento de aguas de enjuague, la implementación de tinajas de enjuague de recuperación, extractores de gases se minimizará la contaminación que produce una planta de galvanizado al medio ambiente.
- Las normativas de seguridad laboral permitirán garantizar el bienestar de los trabajadores, mejorando las condiciones de salud laboral además de crear conciencia en cuanto al cuidado que se debe tener en cuanto al uso de químicos.
- El trabajo desarrollado permite tener mayor conocimiento sobre el proceso de cincados empleados en empresas ecuatorianas.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar una investigación profunda en cuanto a los diferentes recubrimientos superficiales empleados en la actualidad para los diferentes materiales.
- La pronta implementación del sistema de extracción de gases, garantizará la salud de los trabajadores, y evitar la propagación de los mismos, en materiales que pueden ser fácilmente atacados.
- Realizar una completa implementación del nuevo diseño, garantiza que consigan los resultados propuestos en el presente proyecto.
- De ninguna manera obviar los procedimientos de pre-tratamiento de aguas para preservar el medio ambiente.
- Reemplazar los rectificadores de corriente que han cumplido con su vida útil, en el menor tiempo posible para reducir posibles problemas en el material causados por la corriente.
- A si también es importante realizar un estudio de mercado en cual se analice el precio del kilo galvanizado.
- Realizar un adecuado mantenimiento a los equipos empleados en el proceso, de tal manera que pueda prolongarse la vida útil y no cause inconvenientes con los materiales procesados.

BIBLIOGRAFÍA

ARBELLOT L., “Manual Práctico de recubrimientos electrolíticos”, Editorial Europea; Barcelona.

FIELD SAMUEL, “Recubrimientos electrolíticos. Técnicas modernas y análisis de baños”, Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona 1955.

MACHU WILLI, “Galvanotecnia Moderna”, Editorial Aguilar; Madrid 1959.

NORMA INEN; “Tratamientos Superficiales y recubrimientos metálicos, Definición y Terminología”,

RUIZ JESSICA A., “Recubrimientos electrolíticos aplicados a prácticas de laboratorio de tratamientos superficiales de Proceso de Producción Mecánica”.

SWISSCONTACT ECUACHEM, “Procesos Galvánicos, Tratamientos de agua y seguridad Industrial”, Quito 2007.

www.anodizadosoliva.com

www.unctad.org/infocomm/espagnol/zin/tecnologia.htm

ANEXOS

ANEXO 1: EXTRACTO DE LA NORMA INEN 671

**ANEXO 2: CORRECCIÓN DE LOS DEFECTOS DE LOS
ELECTROLÍTOS DE CINCADO**

ANEXO 3: DIAGRAMA DE GANTT PLANTA ACTUAL

**ANEXO 4: DISEÑO DEL PROCESO DE LA PLANTA
ACTUAL**

ANEXO 5: PLANO DE REDISEÑO 1, 2 Y 3

**ANEXO 6: EXTRACTO DE LA NORMA INEN 882.
ZINC, LINGOTES, REQUISITOS**

**ANEXO 7: ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA
INVERSIÓN**

ANEXO 8: DIAGRAMA DE GANTT DISEÑO PROPUESTO

ANEXO 9: DISEÑO A SER APLICADO. OPCIÓN 3.

ANEXO 1

EXTRACTO DE LA NORMA INEN 671.

R_e	resistencia a la tracción (N/mm^2);
m_1	masa inicial (g);
m_2	masa final (g);
δ	densidad del zinc (g/cm^3);
A	área de la probeta (mm^2).

5. CLASIFICACION

5.1 De acuerdo al índice de servicio, los recubrimientos de zinc pueden ser de los tipos; 1, 2, 3 o 4 (ver numeral 6.2).

6. REQUISITOS

6.1 Apariencia

6.1.1 El área que corresponda a la superficie significativa del artículo recubierto debe estar libre de defectos visibles, tales como ampolladuras, picaduras, rugosidades, rajaduras o discontinuidad en el recubrimiento. La magnitud de las ampolladuras, fuera del área significativa, que se considere todavía como aceptable, debe establecerse por mutuo acuerdo entre las partes interesadas. En las piezas en las cuales es inevitable la presencia de una marca de contacto, la posición de la misma debe ser también objeto de acuerdo entre las partes. La pieza debe estar limpia y sin daños. En caso necesario, el comprador proveerá al fabricante de una muestra con el acabado requerido.

6.2 Espesor

6.2.1 Los espesores de recubrimientos se establecen en la Tabla 1, columna 2. En la Tabla 1 se indica, además, en la columna 1, la abreviatura correspondiente según 6.3, y en la columna 3 se indica el índice de servicio (ver Norma INEN 951) aplicable a cada espesor del recubrimiento. Los valores entre paréntesis deben evitarse en lo posible.

6.2.2 En cualquier ambiente, en particular, el efecto protectorio del recubrimiento de zinc es directamente proporcional a su espesor. Cuando se requiere de vida útil muy prolongada, son precisos recubrimientos más gruesos, aplicados generalmente por inmersión en caliente (Norma INEN 672) o por metalizado a pistola (Norma INEN 1 200).

6.2.3 Los espesores mínimos especificados en la Tabla 1 para cada tipo de recubrimiento, tienen validez para la superficie significativa que deba satisfacer determinado índice de servicio. Para el caso de artículos de área $\leq 100 mm^2$, los espesores mínimos se comprobarán de acuerdo a la Norma INEN 601 en puntos predeterminados por acuerdo de las partes interesadas, o en cualquier punto de la superficie significativa que pueda ser tocado por una esfera de 20 mm de diámetro. En caso de imposibilidad o dificultad de aplicación del método según Norma INEN 601 para determinación del espesor de recubrimiento se aplicará otro de los

métodos normalizados (preferentemente según Norma INEN 1 196) escogido por acuerdo entre las partes interesadas, a menos que la norma específica del producto establezca otra cosa. Si el diseño de la pieza es tal que no puede tocarse en todos los puntos de la superficie significativa por una esfera de 20 mm de diámetro, el espesor mínimo permitido en los lugares específicos podrá diferir de los especificados en esta norma, y deberá acordarse por mutuo acuerdo entre las partes interesadas. Para piezas con superficie significativa inferior a 100 mm², los espesores mínimos según la Tabla 1, deben considerarse como valores mínimos para el espesor promedio (\bar{s}) determinado en forma aproximada según Norma INEN 1 172, o con mayor exactitud según se especifica en el anexo A.

TABLA 1. Espesores de recubrimiento de zinc sobre acero

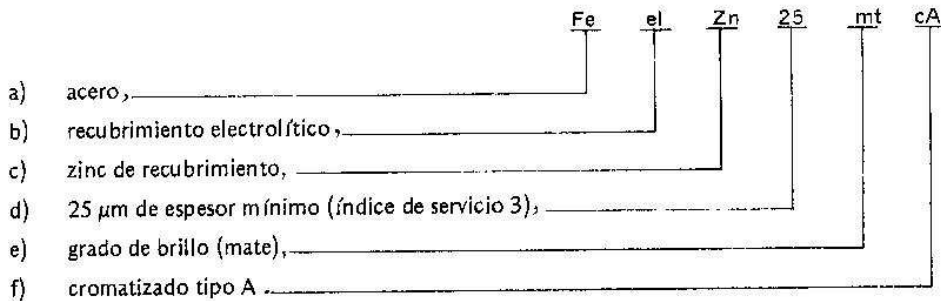
1 Recubrimiento (Abreviatura)	2 Espesor mínimo "s" (μm)	3 Índice de servicio
(Fe/el Zn3) Fe/el Zn5	(3) 5	1
(Fe/el Zn8) Fe/el Zn12	(8) 12	2
Fe/el Zn25	25	3
Fe/el Zn40	40	4

6.3 Abreviatura.

6.3.1 La abreviatura para designar los recubrimientos de zinc consta, en conformidad con la Norma INEN 951, de los siguientes símbolos;

- a) Fe para significar acero del metal base (o por el símbolo normalizado del tipo de acero);
- b) la abreviación "el" por "electrolítico";
- c) Zn Zinc;
- d) el valor del espesor del recubrimiento mínimo para cada índice de servicio según la Tabla 1, en micrómetros (μm);
- e) indicación del brillo (ver Norma INEN 951);
- f) las abreviaciones correspondientes al tratamiento posterior de pasivado (ver Normas INEN 951 y 673)

Ejemplo:



6.3.2 Cuando sea posible, se pueden eliminar las abreviaciones innecesarias.

6.4 Tratamientos térmicos

6.4.1 *Acero de base.* Cuando requiera el comprador o sea requisito específico del producto, establecido en la norma respectiva, deberá someterse las piezas de ciertos aceros a tratamiento térmico, para reducir el riesgo de daños provenientes de fragilidad por hidrógeno. Los aceros cuya resistencia a la tracción R_e sea mayor a 1 500 N/mm² (o cuya dureza sea equivalente a 45 HRC; 440 Hv; 415 HB) no deberán recubrirse electrolíticamente con zinc por los métodos convencionales. Deberá también tomarse en cuenta que aceros con $R_e \geq 1\ 000$ N/mm² (o dureza > 30 HRC; 295 HV; 280 HB) requieren necesariamente de tratamiento para reducir el riesgo de fragilitamiento por hidrógeno.

6.4.2 Alivio de tensiones antes de la electrodeposición.

6.4.2.1 Las piezas obtenidas por fuerte deformación con frío (o fabricadas de acero con $R_e > 1\ 000$ N/mm² o de acero de $R_e \geq 1\ 000$ N/mm² que han sido rectificadas o sometidas a severo maquinado después del temple) deberán someterse a alivio de tensiones. Deberán mantenerse de preferencia a la más temperatura de revenido 30 minutos, o, en su defecto, deberán mantenerse entre 190°C y 210°C, por lo menos una hora. Los aceros que han sido carburizados templados a la llama o por inducción y luego rectificadas, re-templadas por este tratamiento y deberán ser revenidas a temperaturas más bajas, por ejemplo a 150°C por lo menos una hora. En todo caso, deberán tenerse muy en cuenta las propiedades específicas del acero que constituye el metal base de recubrimiento, para elegir el tratamiento térmico previo. Un procedimiento apropiado y recomendable para reducir al mínimo la fragilidad por hidrógeno es el especificado en GP 9 (ver Apéndice Z). En el anexo B se establecen recomendaciones para la elección del electrodepósito.

6.4.2.2 Alivio de tensiones después de la electrodeposición.

Las piezas sometidas a esfuerzos de fatiga o a cargas permanentes durante el servicio, y fabricadas de acero de $R_e \geq 1\ 000$ N/mm² (o de dureza correspondiente), deberán ser revenidas térmicamente después de ser recubiertas. La Tabla 2 establece los períodos que deberán alcanzarse en cuenta el espesor de la pieza.

(Continúa)

TABLA 2. Tratamiento térmico después de la electrodeposición

R_e	Espesor máximo de la pieza	Período mínimo a 190° a 210°C
N/mm^2	mm	horas
1 000 a 1 150	menos de 12	2
	12 a 25	4
	más de 25	8
1 150 a 1 400	menos de 12	4
	12 a 25	12
	más de 25	24 (ver nota 3)
	sobre 40	que debe determinarse experimentalmente

6.4.3.2 En los casos en los cuales las temperaturas establecidas pueden resultar debilitantes, como por ejemplo en piezas que han sido endurecidas superficialmente, puede ser necesaria la aplicación de temperaturas más bajas por más tiempo.

6.5 Pasivación

6.5.1 La pasivación mediante cromatizado (según Norma INEN 673), coloreado o incoloro, aumenta la resistencia a la corrosión de los recubrimientos electrolíticos de zinc, y deberá aplicarse regularmente a menos que se acordase lo contrario.

6.5.2 La capa cromatizada deberá cumplir los requisitos de adherencia, continuidad (porosidad) y resistencia a la corrosión establecidos en la Norma INEN 673. Las capas cromatizadas del tipo A incoloras deben ensayarse para determinación de la resistencia a la corrosión, de acuerdo al anexo C. No deberán presentarse eflorescencias corrosivas antes del segundo ciclo, y no deberán ser mayores al 1% del área significativa después del quinto ciclo.

NOTA 3. El calentamiento debe iniciarse dentro de las 16 horas siguientes a la electrodeposición.

ANEXO 2

CORRECCION DE DEFECTOS DE LOS ELECTROLITOS DE CINCADO

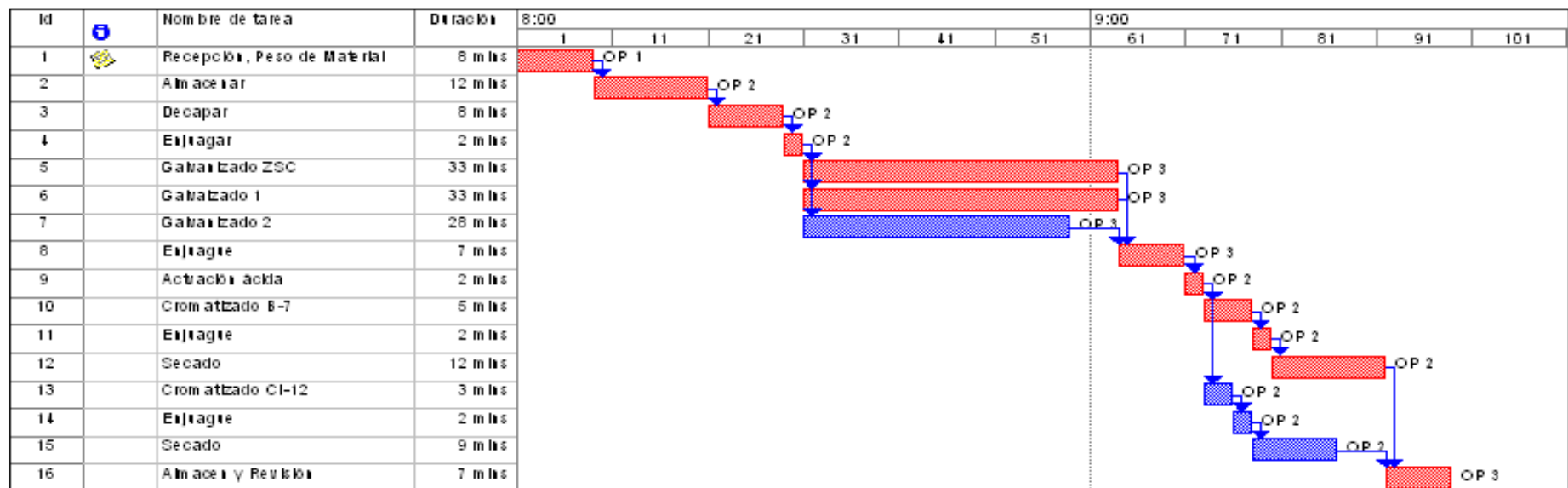
TABLA DE CORRECCIONES DE DEFECTOS DE LOS ELECTROLITOS DE CINCATO

DEDEFECTOS	CONSTATACIÓN	ORIGEN	VERIFICACIONES	CORRECCIONES
	Densidad anormal frecuentemente	Baño desequilibrado	Análisis del cianuro sódico, sosa y zinc	Poner los constituyentes a su concentración normal
	El defecto no es permanente pero frecuente	Presencia de ácido o de aguas residuales en la superficie de las piezas	Aspecto de las piezas antes de meterlas al baño	Intercalar un lavado en agua al 2/10% de cianuro sódico
Depósitos rugosos, oscuros, granulados	Quemado	A/dm2 demasiado elevada	A/dm2 con el catómetro	Disminuir A/dm2
		Falta de cianuro sódico y de sosa	Análisis del cianuro sódico y de la sosa	Reajustar en estos elementos
	Superficie anódica demasiado grande	Neutralización del cianuro sódico	Análisis del zinc y de la sosa	Reajustar estos elementos
Depósitos oscuros o de color de plomo		Baño desequilibrado	Análisis de todos los elementos	Reajustar
		Baño contaminado con metales extraños		Aladir 0.5 g/l de monosulfuro o 1 g/l de zinc en polvo
Depósitos brillantes manchados		Baño desequilibrado	Célula de Hull	Reajustar
		Enjuagues insuficientes	Como arriba	
		Falta de abrillantadores	El líquido sedimentado en reposo	Reajustar
		Contaminación por metales extraños	Como arriba Analizar el zinc metal Análisis del cianuro sódico y de la sosa	Añadir 0.5 g/l de monosulfuro sódico
Depósitos rugosos	Especialmente sobre las superficies planas superiores	Presencia de partículas sólidas en suspensión	Idem	Filtrar
Electro deposición lenta		Baño desequilibrado Contenido insuficiente de zinc	Análisis de carbonatos	Reajustar
Mala penetración del depósito	Los agujeros no se recubren o poco	Gran exceso de cianuro sódico o de sosa o los dos	Análisis del cianuro sódico y de la sosa	Reajustar
Durante la electro deposición decrece el amperaje y aumenta la tensión	Ánodos pasivados	Baño demasiado débil en cianuro sódico o en sosa, o los dos	Análisis ídem	Idem
Depósitos muy débiles o inexistentes	Densidad de la solución demasiado elevada	Contenido en carbonato demasiado elevado	A/dm2 anódica	Hacer cristalizar el baño por enfriamiento o diluir
	Desprendimiento catódico gaseoso excesivo	Contenido en cianuro sódico y en sosa demasiado elevado.		Reajustar
	Ánodos pasivados	Contenido en cianuro sódico y en sosa demasiado débil		Reajustar
		Superficie anódica demasiado débil		Aumentar la superficie anódica

Conferencias: PROCESOS GALVANICOS, TRATAMIENTOS DE AGUA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

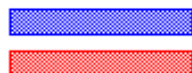
ANEXO 3

DIAGRAMA DE GANTT PLANTA ACTUAL



Proyecto: Ruta Actual
 Fecha: lun 20/04/09

Tarea
 crítica



Distribución



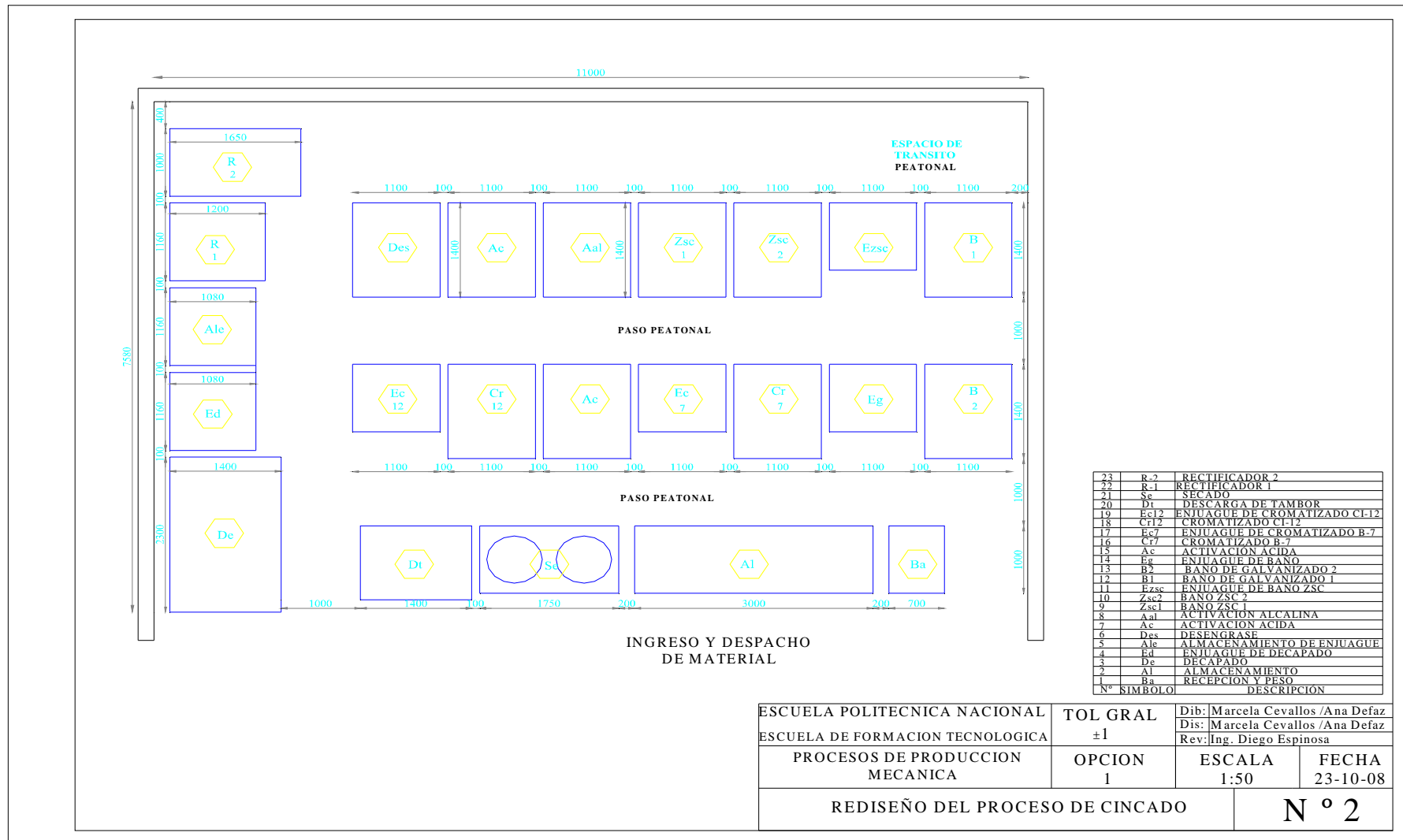
Resumen de proyecto

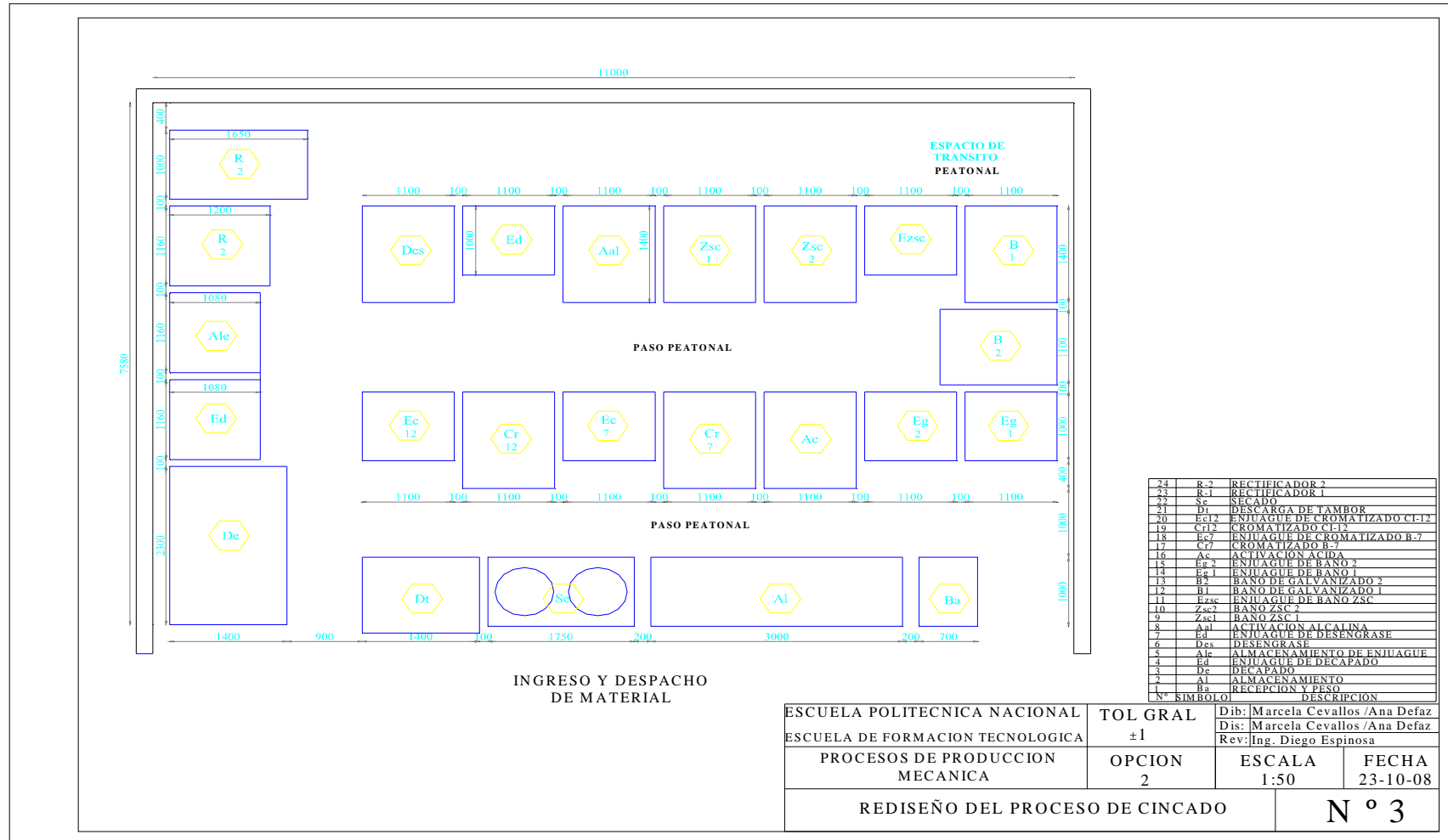
ANEXO 4

DISEÑO DEL PROCESO DE LA PLANTA ACTUAL

ANEXO 5

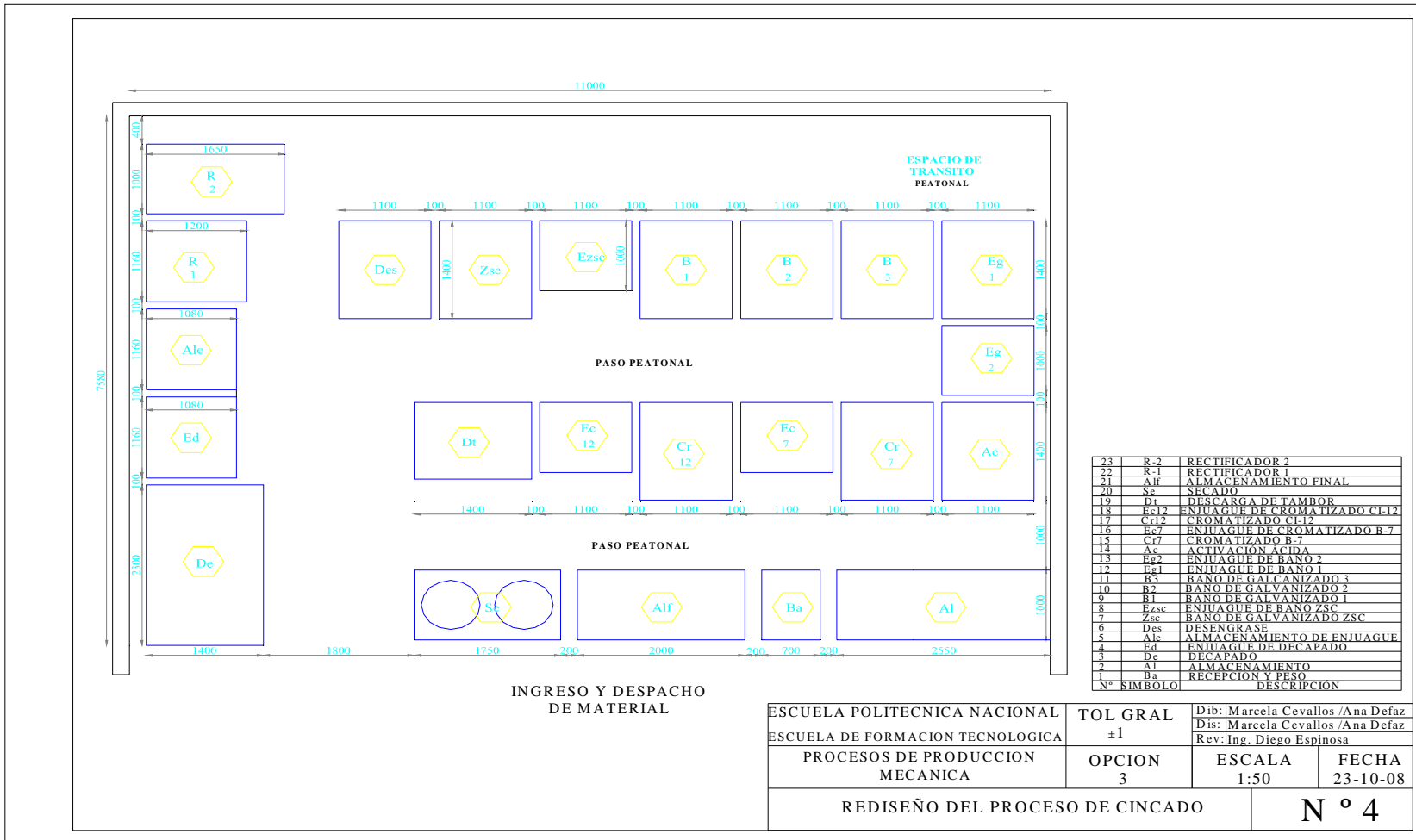
**PLANO DE REDISEÑO 1
PLANO DE REDISEÑO 2
PLANO DE REDISEÑO 3**





24	R-2	RECTIFICADOR 2
23	R-1	RECTIFICADOR 1
22	Se	SECADO
21	Dt	DESCARGA DE TAMBOR
20	Ec12	ENJUAGUE DE CROMATIZADO CI-12
19	Cr12	CROMATIZADO CI-12
18	Ec7	ENJUAGUE DE CROMATIZADO B-7
17	Cr7	CROMATIZADO B-7
16	Ac	ACTIVACION ACIDA
15	Ez2	ENJUAGUE DE BANO 2
14	Br1	ENJUAGUE DE BANO 1
13	B2	BANO DE GALVANIZADO 2
12	B1	BANO DE GALVANIZADO 1
11	Ezsc	ENJUAGUE DE BANO ZSC
10	Zsc2	BANO ZSC 2
9	Zsc1	BANO ZSC 1
8	Aal	ACTIVACION ALCALINA
7	Ed	ENJUAGUE DE DESENGRASE
6	Des	DESENGRASE
5	Ale	ALMACENAMIENTO DE ENJUAGUE
4	Ed	ENJUAGUE DE DECAPADO
3	De	DECAPADO
2	Al	ALMACENAMIENTO
1	Ba	RECEPCION Y PESO
N° SIMBÓLO		DESCRIPCION

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	TOL GRAL	Dib: Marcela Cevallos / Ana Defaz	
ESCUELA DE FORMACION TECNOLOGICA	±1	Dis: Marcela Cevallos / Ana Defaz	
PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA		Rev: Ing. Diego Espinosa	
OPCION		ESCALA	FECHA
2		1:50	23-10-08
REDISEÑO DEL PROCESO DE CINCADEO			N ° 3



23	R-2	RECTIFICADOR 2
22	R-1	RECTIFICADOR 1
21	Alf	ALMACENAMIENTO FINAL
20	Se	SECADO
19	Dt	DESCARGA DE TAMBOR
18	Ec12	ENJUAGUE DE CROMATIZADO CI-12
17	Cr12	CROMATIZADO CI-12
16	Ec7	ENJUAGUE DE CROMATIZADO B-7
15	Cr7	CROMATIZADO B-7
14	Ac	ACTIVACION ACIDA
13	Eg2	ENJUAGUE DE BANO 2
12	Eg1	ENJUAGUE DE BANO 1
11	B3	BANO DE GALVANIZADO 3
10	B2	BANO DE GALVANIZADO 2
9	B1	BANO DE GALVANIZADO 1
8	Ezsc	ENJUAGUE DE BANO ZSC
7	Zsc	BANO DE GALVANIZADO ZSC
6	Des	DESENGRASE
5	Ale	ALMACENAMIENTO DE ENJUAGUE
4	Ed	ENJUAGUE DE DECAPADO
3	De	DECAPADO
2	Al	ALMACENAMIENTO
1	Ba	RECEPCION Y PESO
N°	SIMBOLO	DESCRIPCION

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACION TECNOLOGICA	TOL GRAL ±1	Dib: Marcela Cevallos /Ana Defaz Dis: Marcela Cevallos /Ana Defaz Rev: Ing. Diego Espinosa
PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA	OPCION 3	ESCALA 1:50
REDISEÑO DEL PROCESO DE CINCADO		FECHA 23-10-08
		N ° 4

ANEXO 6

**EXTRACTO DE LA NORMA INEN 882.
ZINC, LINGOTES, REQUISITOS.**

CDU 669.5 -41

INEN

GOA

N 2985 401

Norma Ecuatoriana	ZINC. LINGOTES. REQUISITOS	INEN 882 1982-II
-------------------	----------------------------	---------------------

OCTUBRE 1982

DONACION

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los lingotes de zinc

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a zinc primario (o virgen), (ver 3.1) y no a lingotes obtenidos de materiales de zinc recuperados, refundidos o transformados.

3. TERMINOLOGIA

3.1 *Zinc primario (o virgen)*. Es el metal obtenido por el tratamiento de minerales u otras sustancias que contienen zinc mediante proceso de destilación o por electrólisis, y que nunca ha sido utilizado, sino para la provisión de lingotes.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Composición química

4.1.1 La Tabla 1 establece la composición química de los diferentes tipos de zinc, clasificados en seis tipos (I - VI), según se indica en la columna 1.

4.1.2 La composición química del zinc, para determinación de las impurezas, se ensayarán de acuerdo a la Norma INEN 879.

TABLA 1. Zinc. Composiciones químicas

1 tipo	2 Designación	3 impurezas máximas %						
		Pb	Cd	Pb + Cd	Fe	Sn	Cu	total
I	Zn 99,995	0,003	0,003	0,004	0,002	0,001	0,001	0,0050
II	Zn 99,99	0,003	0,003	0,006	0,003	0,001	0,002	0,010
III	Zn 99,95	0,03	0,02	—	0,02	0,001	0,002	0,050
IV	Zn 99,5	0,45	0,15	—	0,03	0,005	—	0,50
V	Zn 98,5	1,4	0,20	—	0,05	—	—	1,50
VI	Zn 98	1,8	—	—	0,08	—	—	2,0



4.1.3 En el caso de zinc tipo II, si el metal no se destina a fundición a presión, el contenido máximo de plomo podrá ser de 0,006^o/o y no se limita el porcentaje de Pb + Cd. Las impurezas totales, sin embargo, no deberán ser mayores a 0,010^o/o.

4.1.4 En el caso de zinc tipo V destinado a laminación, se especifica el contenido de estaño en máximo 0,005^o/o.

4.1.5 El zinc, de cualquier tipo, utilizado para laminación de zinc o de latón, no deberá contener más del 0,005^o/o de aluminio. Mayores cantidades causarán el rechazo del lote.

4.1.6 Con el objeto de determinar conformidad con esta norma, los valores obtenidos de los análisis deberán ser redondeados en la última cifra significativa de la derecha, de acuerdo a la Tabla 1, según se establece en la Norma INEN 052.

4.2 Designación

4.2.1 El zinc que cumple los requisitos de esta norma, se designará de acuerdo a la columna 2 de la Tabla 1. Esta denominación deberá utilizarse para efectuar pedidos, juntamente con detalles relativos a la aplicación particular; de ser necesario (ver 4.1.3 y 4.1.4).

4.3 Presentación

4.3.1 Los lingotes deberán presentar apariencia exterior libre de escamaduras, inclusiones de óxido, escoria o materias extrañas. Al romper el lingote no deberán presentarse incrustaciones de materiales extraños.

4.3.2 Los lingotes deberán tener una masa comprendida entre 20 y 30 kg; el grosor de los mismos estará entre 25 y 50 mm, y serán de forma que permita su apilamiento.

4.3.3 Los lingotes podrán presentar entalladuras, que permitan luego romperlos en caso de necesidad, en partes aproximadamente iguales. Algunos lingotes podrán presentar pies para facilitar el manipuleo de las pilas de lingotes.

4.4 Marcado

4.4.1 Todos los lingotes llevarán la marca del productor, producida al colar el lingote (por fusión). Para lingotes de tipos I a IV, se deberá además marcar el contenido de zinc, por fusión. Los lingotes de los tipos V y VI podrán también llevar la marca (ya sea por fusión o por estampado) que indique el contenido de zinc.

4.5 Muestreo y toma de muestras para ensayo

4.5.1 Se seleccionarán al azar los lingotes de los que se extraerán las muestras para ensayos, de acuerdo al tamaño del lote, expresado en la masa total (kg).

4.5.2 Por cada 2 500 kg se extraerá un lingote para preparación de muestras de ensayo.

(Continúa)

4.5.3 Para lotes menores a 2 500 kg, se extraerá en todo caso un lingote.

4.5.4 Una vez determinado el número de lingotes de la muestra, se limpiarán los mismos superficialmente para quitar cualquier material extraño. Luego se tomará la muestra, ya sea por corte con sierra, o se practicarán perforaciones de conformidad con 4.5.5. o 4.5.6, sin utilizar lubricantes en ningún caso. Las operaciones de perforado o corte deberán practicarse bajo acción de un fuerte magneto, para eliminar cualquier partícula de hierro que pudiese provenir de la broca o sierra utilizados.

4.5.5 Perforar dos huecos, preferentemente desde la parte inferior de cada lingote, de tal modo que los huecos queden situados sobre una diagonal y equidistantes de la esquina y el centro del lingote. Si dos perforaciones no son suficientes para recoger el peso mínimo según 4.5.7, se perforará un tercer hueco en la mitad del lingote. Cada perforación será pasante a través del lingote; la viruta que se obtenga deberá tener espesor entre 0,2 y 0,4 mm. Utilizar brocas según la Norma INEN 584 de 15 mm de diámetro para zinc de los tipos I y II y de 8 mm para los demás tipos. Las virutas se romperán o cortarán a pedazos de 10 mm aproximadamente y se mezclarán entre sí.

4.5.6 Hacer dos cortes con una sierra de acero rápido, a través del lingote, cada corte situado equidistantemente entre un extremo y el centro del lingote. El ancho de la sierra debe ser suficiente para proporcionar la cantidad de zinc prescrita en 4.5.7. Mezclar y revolver las muestras tomadas de todos los lingotes.

4.5.7 La muestra final deberá contener por lo menos 1 600 g para zinc de los tipos I y II, y por lo menos 500 g para los demás tipos. La muestra se dividirá en tres partes iguales, se empacarán y sellarán herméticamente, uno para el productor, otro para el comprador y otro para análisis (que será realizado por INEN o por los laboratorios autorizados por el INEN) en caso de desavenencia. Se usarán sobres plásticos o de cartón para recoger y transportar las muestras.

ANEXO 7

ANALISIS DE LA VARIACION DE LA INVERSION

VARIACION DE LA INVERSIÓN

INVERSIÓN	USD
Suelo	3500,00
Sistema eléctrico	8000,00
Rectificadores	6400,00
Extractores	5832,00
Cubas	1200,00
Imprevistos	3500,00
TOTAL INVERSION	28432,00

ANÁLISIS DE COSTOS (MENSUAL)

COSTOS FIJOS	USD
Máquinas y equipos	2125,83
Depreciación maquinaria	340,13
Imprevistos	49,32
TOTAL COSTO FIJO	2515,28

COSTOS VARIABLES

	USD
Materia prima	1128,40
Mano de obra directa (3 personas)	1002,87
Mano de obra indirecta	1253,61
Servicios básicos	630,05
Imprevistos	80,30
TOTAL COSTO VARIABLE	4095,23

COSTOS TOTALES

Donde:

CT: Costo Total

Cf: Costo fijo

Cv: Costo variable

$$CT = Cf + Cv$$

$$CT = 6610,51 \quad \text{USD / MES}$$

PRODUCCIÓN

Producción Actual
12100kg/mes

Producción calculada con el rediseño
17160kg/mes

INGRESOS TOTALES

Donde:

IT: Ingreso Total

Pv: Precio de venta (USD)

Xp: Producción (KILOS)

$$IT = Pv * Xp$$

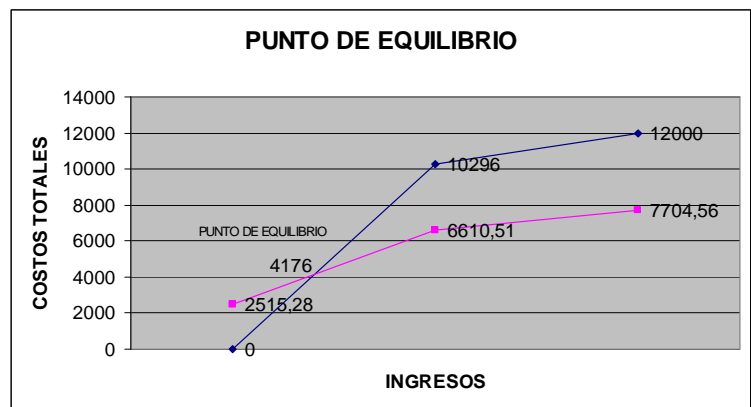
$$IT = 0,60 * 17160$$

$$IT = 10296 \text{ USD/MES}$$

PUNTO DE EQUILIBRIO

$$PE = \frac{\text{CostosFijos}}{1 - \frac{\text{CostosVariables}}{\text{VentasTotales}}}$$

$$PE = \frac{2515,28}{1 - \frac{4095,23}{10296}} = 4176,00 \text{ usd}$$



UTILIDAD

Donde:

UT: Utilidad Total

IT: Ingresos Totales

CT: Costos totales

$$UT = IT - CT$$

$$UT = 10.296,00 - 6610,51$$

$$UT = 3685,49 \quad \text{USD / MES}$$

RENTABILIDAD

$$R = \frac{\text{Utilidad}}{\text{CostosTotales}}$$

$$R = \frac{3685,49}{610,51} * 100 = 5575$$

RELACIÓN COSTO/BENEFICIO

Donde:

Bn: Ingresos totales	10296,00
Cn: Costos totales	6610,51
CVAS 14%:	3,433

$$\text{Rel} \frac{Bn}{Cn} = \frac{\sum_{n=0}^n Bn(1+i)^{-n}}{\sum_{n=0}^n Cn(1+i)^{-n}} > 1$$

$$\text{Rel} \frac{Bn}{Cn} = \frac{10296 * 3.433}{6610.51 * 3.433} = 1.55 > 1$$

CALCULO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Donde:

Beneficios netos(Bn)	10296
Costos netos (Cn)	7860,51
Excedente (En)	2435,49

	0	1	2	3	4	5
Bn		10296	10296	10296	10296	10296
Cn		7860.5	7860.5	7860.5	7860.5	7860.5
En		2435.49	2435.49	2435.49	2435.49	2435.49

$$\text{VAN} = \sum_{n=1}^N [(Bn - Cn) * (1+i)^{-n}] - I > 0$$

$$\text{VAN} = (2435.49 * 3.433) - 7860.51 = 500.52$$

CALCULO DEL TIR

i1 = 14%	VAN 14%	500,52
i2 = 20%	VAN 20%	-575,96

$$\text{TIR} = i1 + \frac{(i2 - i1)(B1 - C1)}{(B1 - C1) - (B2 - C2)}$$

$$TIR = 14\% + \frac{(20-14) * 500.52}{500.52 - (-575.96)} = 17\%$$

RESULTADO DE LA INVERSIÓN

Con la inversión sugerida la producción mensual se incrementa en 41.82%, equivalente a 5.060 kilos mensuales, que al precio actual representa un ingreso mensual adicional de USD 3.036,00.


Con los parámetros establecidos se estima que la inversión se recuperaría aproximadamente en diez meses.

ANEXO 8

DIAGRAMA DE GANTT DISEÑO PROPUESTO



Proyecto: Ruta Recomendada
Fecha: Jun 20/04/09

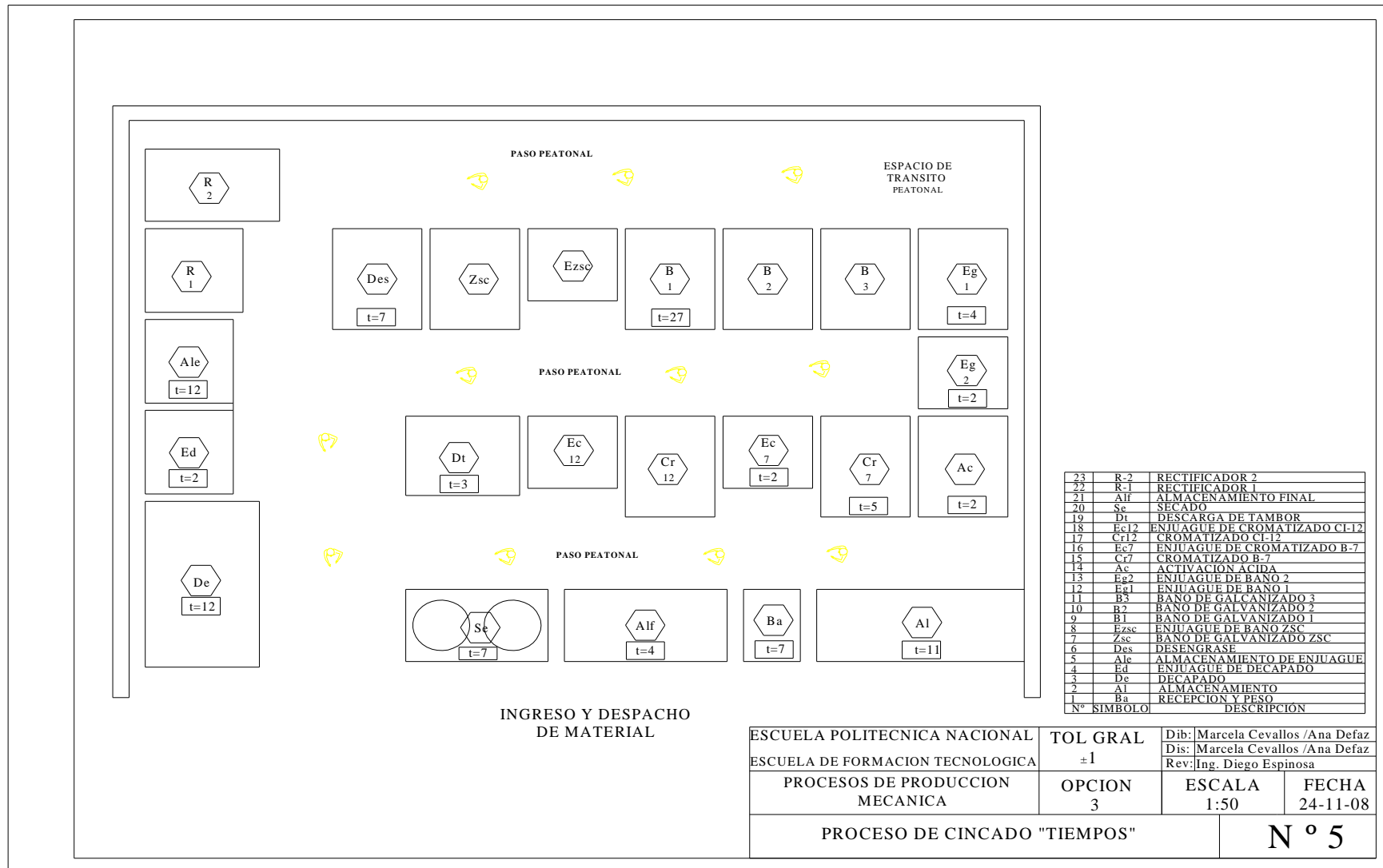
Tarea 
Tarea crítica 

Dilación 
Progreso 

Resumen 
Resumen del proyecto 

ANEXO 9

DISEÑO A SER APLICADO OPCION 3.



23	R-2	RECTIFICADOR 2
22	R-1	RECTIFICADOR 1
21	Alf	ALMACENAMIENTO FINAL
20	Se	SECADO
19	Dt	DESCARGA DE TAMBOR
18	Ec12	ENJUAGUE DE CROMATIZADO CI-12
17	Cr12	CROMATIZADO CI-12
16	Ec7	ENJUAGUE DE CROMATIZADO B-7
15	Cr7	CROMATIZADO B-7
14	Ac	ACTIVACION ACIDA
13	Eg2	ENJUAGUE DE BANO 2
12	Eg1	ENJUAGUE DE BANO 1
11	B3	BANO DE GALVANIZADO 3
10	B2	BANO DE GALVANIZADO 2
9	B1	BANO DE GALVANIZADO 1
8	Ezsc	ENJUAGUE DE BANO ZSC
7	Zsc	BANO DE GALVANIZADO ZSC
6	Des	DESENGRASE
5	Ale	ALMACENAMIENTO DE ENJUAGUE
4	Ed	ENJUAGUE DE DECAPADO
3	De	DECAPADO
2	Al	ALMACENAMIENTO
1	Ba	RECEPCION Y PESO
N°	SIMBOLO	DESCRIPCION

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL	TOL GRAL	Dib: Marcela Cevallos /Ana Defaz	
ESCUELA DE FORMACION TECNOLOGICA	±1	Dis: Marcela Cevallos /Ana Defaz	
		Rev: Ing. Diego Espinosa	
PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA	OPCION 3	ESCALA 1:50	FECHA 24-11-08
PROCESO DE CINCADO "TIEMPOS"			N ° 5

