



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

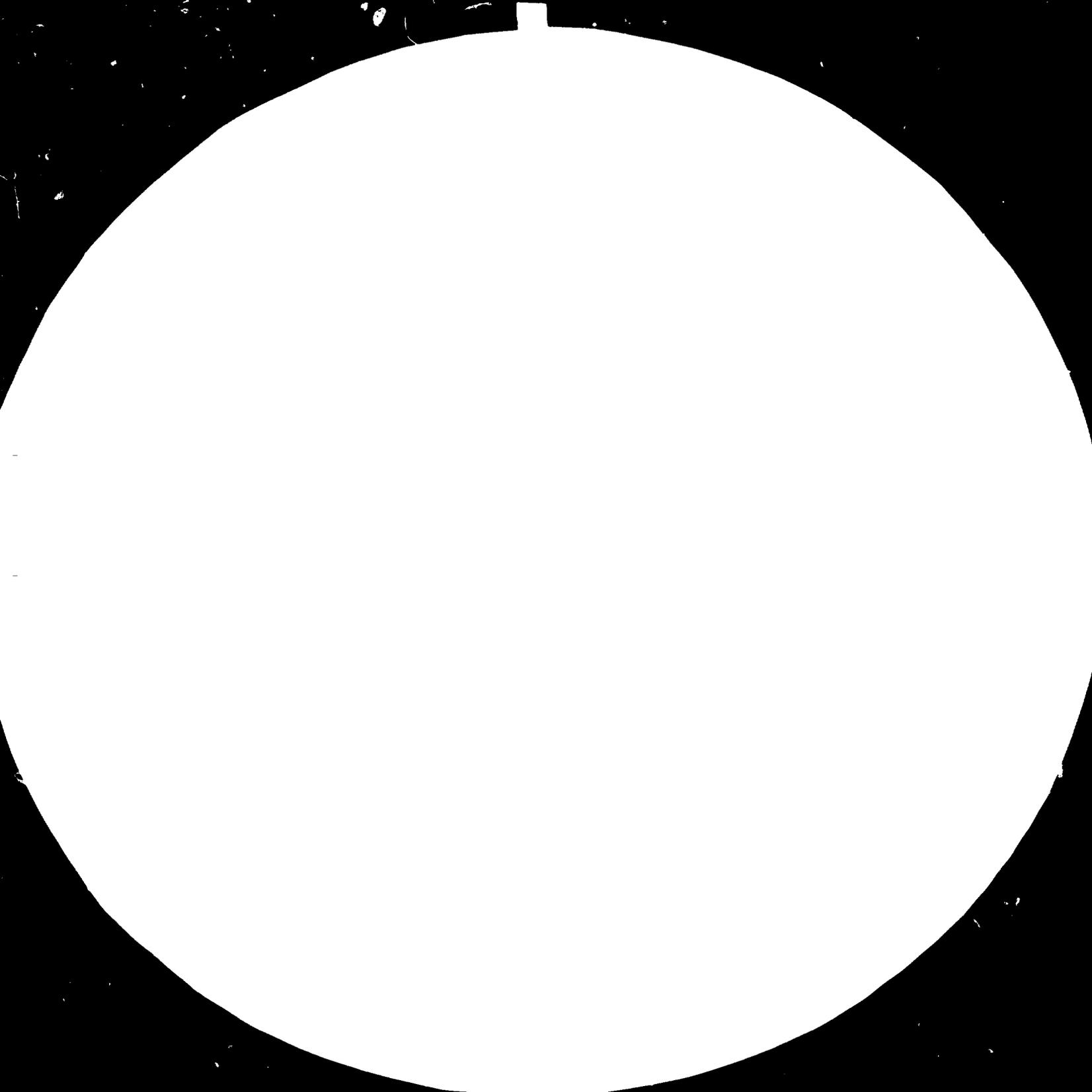
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





2.2



2.0



1.8



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010A
1963-A-100 TEST CHART NO. 25

**INFORME FINAL
1983**

14313

Cuba.

**PROYECTO DE INVESTIGACION Y
EJECUCION DEL MANTENIMIENTO
EN LA INDUSTRIA AZUCARERA:
Nº CUB/77/004**

DP/CUB/77/004

Fernando Vera Rojas

Abril, 1984

17



ICINAZ

NACIONES UNIDAS



INFORME FINAL 1983

PROYECTO DE INVESTIGACION Y
EJECUCION DEL MANTENIMIENTO
EN LA INDUSTRIA AZUCARERA
DP/CUB/77/004


ING. FERNANDO VERA ROJAS

Abril, 1984



ICINAZ



TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
Agradecimiento	2
Introducción	3
Resumen (Conclusiones y Recomendaciones)	5
Desarrollo y Ejecución	8
ANEXOS	
I	La susceptibilidad a la picadura de diferentes aceros inoxidables ante el jugo de la caña
II	Estudio Preliminar sobre la Selección y uso de aceros en la Construcción de Evaporadores
III	La Pintura como Método anticorrosivo en la Industria Azucarera
IV	Investigación y Desarrollo de Tareas Específicas

AGRADECIMIENTO

Los expertos asignados al Proyecto dejan constancia de las facilidades prestadas por los directivos de ICINAZ para cumplir con la misión que les fue encomendada, actitud que compromete nuestro sincero agradecimiento.

Es importante remarcar la amplia y decidida colaboración de la totalidad de los profesionales y técnicos que constituyen la plantilla de los Laboratorios y Gabinetes asignados al proyecto. El alto grado de profesionalismo y entusiasmo puesto por el personal arriba mencionado en cada una de las tareas desarrolladas para cumplir con los objetivos del proyecto, han constituido la piedra fundamental en la que se apoyan los resultados y logros alcanzados en esta etapa del proyecto. Por lo anterior, los encargados de preparar el presente informe hacen público reconocimiento.

Finalmente, con ánimo de no pecar por omisión, se agradece muy sinceramente a todas y cada una de las entidades y personas que en una u otra manera colaboraron en el desarrollo y cumplimiento de la tarea asignada.

INTRODUCCION

El grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar - GEPLACEA - ha seguido con mucha expectativa, desde su inicio, la ejecución e implementación del proyecto nacional de mantenimiento que con la colaboración de la ONUDI, el gobierno Cubano viene desarrollando en la industria azucarera de ese país. Los logros alcanzados en el proyecto CUB/77/004, -- han constituido la base fundamental para la elaboración del -- Proyecto Regional PNUD-GEPLACEA-ONUDI, recientemente aprobado. Por lo anterior, la solicitud de los directivos del Proyecto - Nacional para que GEPLACEA sea contratado por la ONUDI para -- prestar las facilidades de dirección en el segundo semestre de 1983 de dicho proyecto, la Secretaría Ejecutiva de GEPLACEA - aceptó tal determinación y designó al Ingeniero Fernando Vera_ Rojas, consultor del Programa Regional de Mantenimiento y actual Director del Proyecto Regional antes mencionado, como co-Director del Proyecto Nacional.

La dirección del Proyecto, de conformidad con la contraparte nacional acordó: que una vez terminado el período motivo del presente contrato, el informe final cubriera las actividades - desarrolladas durante todo el año 1983 y que en él se reflejaran ligeramente los resultados obtenidos para alcanzar los objetivos desde que se inició el proyecto. Esta es la razón por la que, las actividades del proyecto y recuento de las mismas_ se presenta en forma de listado .

Los objetivos inmediatos de desarrollo del proyecto estuvieron orientados en 1983 a cubrir 3 aspectos del mantenimiento, a - saber:

- a) Continuar con los estudios e investigación del fenómeno de la corrosión, su tratamiento y evaluación de resultados de los métodos anticorrosivos.
- b) Capacitación de personal en las diversas áreas del mantenimiento y
- c) Evaluación técnica económica de la aplicación de resultados del Proyecto en la industria azucarera Cubana.

Al analizar las actividades realizadas y los resultados obtenidos en comparación con los correspondientes considerados en el proyecto, se puede apreciar que estos últimos no sólo fueron ampliamente superados, sino que los objetivos fueron también largamente rebasados.

RESUMEN

Las actividades del proyecto para cumplir con los objetivos y alcanzar los resultados en el período que cubre el presente informe, sin descuidar la continuidad de los trabajos iniciados en las etapas anteriores del proyecto, estuvieron orientados primordialmente al estudio e investigación del problema de la corrosión en equipos partes y piezas. La evaluación de los daños que ocasiona este fenómeno en las caras internas y externas de los mismos, técnicas para evitarlas, métodos de determinación, etc. En este aspecto, como consecuencia de la investigación de los materiales contenidos de dichos equipos, partes y piezas, se incursionó en técnicas metalúrgicas, abriendo grandes perspectivas del empleo de estas técnicas en las diversas etapas del mantenimiento. La evaluación técnica económica de la aplicación de los resultados del proyecto se agudiza en esta fase, cuidando que en todas las actividades del proyecto esté contemplado como factor implícito la capacitación del personal del proyecto y de los centrales azucareros.

Conclusiones

- Se incursionó con éxito por primera vez en la región en la aplicación de técnicas metalúrgicas en sistemas de mantenimiento para ingenios azucareros.
- Se investigó el comportamiento de aceros y otros materiales en los centrales azucareros frente al efecto corrosivo del ambiente, del jugo de la caña y otras sustancias empleadas en el proceso de la fabricación del azúcar de caña.
- Se ingresó a nivel experimental al diseño y fabricación de equipos para ensayos no destructivos.
- Los objetivos contemplados en esta etapa del proyecto fueron ampliamente rebasados por los resultados alcanzados.

- Se demostró que existen nuevos materiales que con ventajas técnico-económicas pueden emplearse en la industria azucarera.
- Existe capacidad local técnica y de insumos para la fabricación de sustancias protectoras de la corrosión como derivadas de subproductos del azúcar.
- Que a pesar de las diversas investigaciones realizadas para cumplir los objetivos del proyecto, existen aún muchos temas que deben ser tratados para contribuir a mejorar el sistema de mantenimiento.

Recomendaciones

- Para desarrollar nuevos aspectos del mantenimiento pero indispensables para cumplir con técnicas modernas, tendientes a abaratar costos, se recomienda sustituir algunos equipos de ensayos no destructivos con similares de aplicación industrial y adquirir otros para completar las pruebas que sean necesarias en un sistema de mantenimiento diagnosticado.
- Tanto para mejorar el actual sistema de mantenimiento así como para incursionar a organizar las bases de un sistema de mantenimiento de adquisición, es indispensable completar el Gabinete con un laboratorio metalográfico y equipos de investigación en técnicas metalúrgicas. Con equipos y personal especializado los servicios de control de calidad podrían efectuarse a nivel nacional y en diversos sectores industriales.
- Es necesario continuar investigando sobre materiales resistentes a la corrosión y ensayarlos para luego evaluar los resultados. Especialmente con elastómeros y termoplásticos en forma de equipos y partes. Igualmente investigar el empleo de nuevos revestimientos resistentes a la corrosión y el calor.

- Investigar técnicas y productos tendientes a abaratar costos en la recuperación de partes y piezas.
- Investigar el empleo de inhibidores y métodos que eviten la corrosión y los depósitos en los diversos ductos, especialmente en los evaporadores.
- Investigar en la industria azucarera el caso específico de los aceros de baja aleación y especialmente los aceros llamados "patinables".
- Diseñar un programa que incluya la computarización total de un sistema de mantenimiento.

DESARROLLO Y EJECUCION

Sin descuidar la marcha normal de las actividades programadas desde el inicio del Proyecto Nacional de Mantenimiento, en el período de enero 1983 a marzo de 1984 se puso especial énfasis en los siguientes aspectos :

- a) Corrosión
- b) Capacitación y adiestramiento de personal y
- c) Técnicas metalúrgicas relacionadas con el mantenimiento

Sin embargo, se harán comentarios sobre las actividades desarrolladas en los diversos aspectos del proyecto, a saber:

Ensayos no destructivos: En esta materia se han efectuado grandes adelantos, pues no sólo se han realizado nuevos ensayos y estudios complementarios a los anteriormente programados sino que se está seriamente incursionando en la fabricación doméstica de algunos equipos y partes, con miras a la substitución nacional de importaciones y el consecuente ahorro de divisas. Ejemplo de esto se puede apreciar en la hoja preparada para la presentación y seguimiento de temas a investigar, que en el caso en referencia, se trata del Diseño y Construcción de un Balanceador dinámico. Mayores detalles se incluyen en el Anexo IV del presente informe (código 98-34).

Igual preocupación se ha tenido por dar el mayor y mejor empleo de los equipos existentes y ampliar el espectro del mantenimiento diagnóstico, en base al programa de difusión de las técnicas y equipos empleados, tal como se puede apreciar en el "video cassette" preparado para mostrar las bondades y beneficios del empleo de estos aparatos; así como las determinaciones y ensayos que son capaces de realizar para detectar fallas y defectos imposibles de alcanzar por los métodos tradicio-

nales de mantenimiento. Es importante remarcar el prestigio alcanzado en estas técnicas por el proyecto ya que actualmente los servicios del Gabinete de ensayos no destructivos son solicitados por otros sectores industriales (no azucareros) con enormes beneficios técnico-económicos para los solicitantes.

Actualmente la dirección nacional del proyecto está considerando la recomendación realizada por C.T.A. del presente informe, a fin de incursionar conjuntamente con algunos equipos metalúrgicos complementarios, en controles de calidad de materiales y equipos que la industria azucarera pueda adquirir para su normal funcionamiento, sus ampliaciones y/o nuevas instalaciones. Servicio que podría ser ampliado a otros sectores industriales y a nivel nacional lo que permitirá determinar la calidad de los materiales tanto de fabricación nacional como de importación que demande el país. Los beneficios de orden técnico-económico serían cuantiosos y, al margen de cualquier duda.

La capacitación de personal y la transferencia de tecnología en mantenimiento diagnosticado ha sido casi permanente a través de cursos, seminarios y demostraciones prácticas del empleo de los equipos y técnicas usadas en ensayos no destructivos, tanto a nivel nacional como Internacional. Igualmente no se ha descuidado el perfeccionamiento del personal permanente asignado al proyecto. Todo lo referente a la capacitación y entrenamiento ha sido considerado en los diversos aspectos y objetivos contemplados en el proyecto.

Para ampliar los beneficios del mantenimiento diagnosticado se contempla la necesidad de adquirir equipos similares a los que dispone el proyecto pero de mayor alcance industrial así como agenciarse de otros que se consideran necesarios y que aún no se dispone de ellos. Para dar mayor fluidez a los objetivos del proyecto sería conveniente la instalación de gabinetes regionales que permitan su servicio más oportuno a los centrales respectivos. Esto último justifica la posibilidad que contempla actualmente el gobierno Cubano de adquirir un considerable volumen de estos equipos.

Recuperación de partes y piezas.

La situación casi de postración económica en la que se encuentra la industria azucarera mundial, motivada esencialmente por el bajo precio del azúcar en el mercado hace que se agudice la necesidad de alargar la vida útil de los equipos, partes y piezas empleados en este sector, con la finalidad de bajar la incidencia de éstos en el costo final del producto. Este problema se hace más patente en los países en vías de desarrollo, donde la industria metal mecánica y especialmente la de Bienes de Capital es casi nula o muy incipiente y como tal, la oferta de estas partes y piezas corre la misma suerte, o se ofrece por obvias razones de orden técnico económico a precios que no pueden competir con los ofrecidos en países desarrollados, ocasionando involuntariamente al sector azucarero un elevado costo de su producción.

Es encomiable el esfuerzo de investigación y desarrollo de prácticas realizadas dentro del proyecto CUB/77/004 para utilizar al máximo posible los equipos, partes y piezas utilizando las técnicas de recuperación y adaptabilidad. Para ejemplarizar, basta tomar un sólo elemento que en los 159 centrales que cuenta el país, se emplean anualmente algunos kilómetros. Nos referimos a las cadenas de arrastre empleadas en el área de molienda y que generalmente son de aceros especiales y como tal, producto de importación y de un alto precio. Anteriormente, los eslabones de estas cadenas cuando sufrían desgaste por abrasión propia de su empleo y/o por la acción corrosiva del jugo de la caña, eran substituidos por nuevas piezas; en la actualidad, con técnicas modernas de pulvimetalurgia, las partes gastadas mediante depósito de aleaciones altamente resistentes a la abrasión y corrosión son recuperadas con valores que oscilan entre el 10 y 15% de las piezas nuevas y cuyo nuevo período de vida es igual y en algunos casos mayores a la de eslabones nuevos. Iguales o semejantes técnicas son aplicadas a diversas piezas que en los ingenios están sometidas a los efectos de desgaste por fricción, abrasión, corrosión, cavitación, etc. y cuya recuperación significa un considerable ahorro para los centrales y consecuentemente una efectiva disminución en los costos del mantenimiento. La combinación de los ensayos no destructivos a través del mantenimiento diagnosticado y la recuperación de partes y piezas originan un

efectivo mantenimiento preventivo que permite trabajar a los centrales con el mínimo de tiempos perdidos, dándole a los ingenios altos índices de eficiencia y productividad.

Es importante mencionar que con técnicas en las que se emplean soldaduras especiales para efectuar depósitos o revestimientos de aleaciones metálicas, se realizan una serie de recuperaciones de equipos partes y piezas en la industria azucarera tales como: cuchillas, desmenuzadoras, ventiladoras, engranajes, gusanos sinfin, ejes, masas de molinos, reductores, cuerpos de bombas, chumaceras, etc., etc.

Actualmente se investigan algunos polvos o soldaduras cuyo empleo no sería económicamente recomendable por lo que se estudia el uso de sustitutos de mayor factibilidad. Igualmente se pretende incursionar en técnicas pulvimetalúrgicas que permitan la fabricación de polvos metálicos y aleaciones que abaraten ciertos depósitos y recubrimiento de piezas, es prioritario para esto último, dotar al proyecto de los equipos de investigación indispensables. También sería importante estudiar la fabricación local de electrodos de soldadura por trefilado.

Como en el caso de los gabinetes regionales para ensayos no destructivos sería importante estudiar la factibilidad de instalar en el país, centrales regionales de recuperación de partes y piezas.

Si bien no se efectúa en gran escala, es interesante mencionar la recuperación de partes y piezas para adaptarlas a otros equipos de características dimensionales menores.

Anticorrosión y Protección de Materiales

En esta etapa del proyecto, el aspecto de la corrosión, es el que más atención, estudio e investigación se le ha dedicado.

En la industria azucarera la corrosión es problema de gran consideración y éste se presenta atacando a las caras externas e internas

de los equipos partes y piezas. Exteriormente el agente corrosivo es el aire atmosférico, el que está contaminado por agentes que atacan a todo tipo de metales aunque de acuerdo a su composición en grados diferentes, la cercanía al mar de ciertos centrales, los hace más vulnerables por la salinidad del aire. Por el proceso de fabricación del azúcar en el ingenio, se producen emanaciones o evaporaciones de gran poder corrosivo; finalmente, el propio jugo de la caña es un gran agente de corrosión cuando hace contacto con la parte exterior de los equipos. En lo que respecta a la cara interior de equipos partes y piezas, la corrosión es generada por el propio jugo y por los diversos elementos y compuestos generados en el proceso (S,P,N,O,HCL,H₂SO₄,H₃PO₄,etc) o utilizados como sustancias limpiadoras.

Todo lo anterior hace que los profesionales y técnicos azucareros estén permanentemente preocupados por evitar la corrosión de los equipos partes y piezas, para lo cual, también permanentemente dedican gran tiempo al estudio e investigación en el empleo de materiales, métodos y sustancias anticorrosivos tales como pinturas, inhibidores, diferentes tipos de aceros y metales, nuevos materiales tales como plásticos y corregir la composición y el pH de los fluidos corrosivos.

En el Proyecto CUB/77/004, durante el período del presente informe, la corrosión ha motivado la activa participación de los especialistas del proyecto, cuyos resultados han dado origen a los anexos I al IV.

Es importante señalar que la investigación de la corrosión en los laboratorios no siempre conduce a resultados confiables debido al peligro que se corre al efectuar ensayos acelerados ya que es casi imposible reproducir las condiciones industriales de los lugares y equipos donde se produce el fenómeno de la corrosión, a pesar de existir 10 a 12 métodos para determinar la corrosión, los estudiosos hacen siempre esta advertencia. Con la evaluación de los resultados de la investigación sucede cosa parecida, por ejemplo, señalan que el sistema de pesadas no es el más exacto, por lo que en cada caso, el investigador deber emplear métodos que a su criterio sea el más confiable. En el caso concreto de la susceptibilidad

a la picadura de diferentes aceros inoxidables ante el jugo de la caña, es importante señalar que esta investigación es un ensayo acelerado que puede recomendarse porque se realiza con el jugo natural y constituye el mismo material empleado en la práctica industrial, por lo que debe considerarse como una valiosa colaboración a ensayos metalúrgicos . este caso específico.

Aspectos de gran preocupación por el problema corrosivo del jugo en las paredes internas de los tubos de los evaporadores; los depósitos que se originan en los mismos, el ataque a la placa y a las paredes externas de los tubos de cobre, han sido también investigados. Actualmente, la corrosión galvánica originada por el par cobre-ferro, con resultados positivos, se ha logrado colocando en los lugares de contacto, cilindros de materiales plásticos. Igualmente, existen fórmulas que permiten calcular la altura óptima del tubo de cobre sobre la placa para lograr disminuir la corrosión galvánica . También cabe agregar que sería conveniente investigar la factibilidad técnica económica de una protección superficial de los tubos, tal como actualmente se efectúa en los tubos de las calderas.

La investigación de aceros en la fabricación de evaporadores es un aporte valioso a la fabricación de Bienes de Capital con materiales apropiados para la industria azucarera. Los aspectos metalúrgicos en materiales se presentan como consecuencia de una investigación en el mantenimiento de adquisición . Permite también comentar el bajo costo de los equipos al emplear aceros comunes.

Estas investigaciones refuerzan la necesidad de contar con las instalaciones de un laboratorio químico metalúrgico que permita efectuar además, análisis metalográficos para ampliar el ámbito en nuevos aceros y materiales que faciliten efectuar recomendaciones más precisas en la fabricación de equipos.

Finalmente, en este acápite, sería conveniente investigar el comportamiento de los aceros llamados "patinables"; es decir, aceros

de baja aleación y escaso contenido de carbono a los que se le ---
agrega uno o varios de los elementos Cu, Ni, Cr, P, Si, Mo, Mn, etc.
en cantidades ligeramente superiores a la que normalmente contie--
nen los aceros comunes pero que no pasen del 1%, estos aceros que
tienen mejores propiedades mecánicas de los llamados aceros suaves
también gozan de una mayor resistencia a la corrosión debido a la -
película (pátina) de protección que se forma por la autocorrosión.
Estos aceros podrían significar un ahorro considerable en la fabri-
cación de equipos, partes y piezas.

En lo que respecta a la protección superficial es importante men--
cionar los trabajos e investigaciones efectuados con el uso de pin-
turas, aunque no se pudieron intensificar por la no llegada de las -
pinturas respectivas. Es conveniente intensificar los estudios e
investigaciones de métodos para determinar la calidad y cantidad -
del revestimiento óptimo (bajo costo y larga duración). Cabe señá-
lar la elaboración a partir de las mieles de un recubrimiento que
permite sellar la superficie de maquinarias y evitar la corrosión -
atmosférica en periodos de no zafra, actualmente este protector es
tá en etapa experimental.

Finalmente, en el aspecto corrosivo, cabe señalar que existen re--
vestimientos protectores que próximamente se aplicarán para ana-
lizar y estudiar sus posibilidades de empleo.

El uso de nuevos materiales en la industria azucarera tiene un pro-
misor futuro debido a la corrosión interna y externa que sufren --
los equipos y de resultar positivos, el empleo de elastómeros y ter-
moplásticos en forma de válvulas y tuberías de cloruro de polivinil-
lo, fluoruro de polivinilideno, teflón, vitón, etc, podría signifi-
car un considerable aporte técnico-económico.

Administración del Mantenimiento. Una de las bases del Proyecto -
Nacional del Mantenimiento, es el sistema elaborado para el con---
trol y seguimiento del Plan Nacional de Reparaciones y las accio--
nes correspondientes que permiten el funcionamiento permanente del
mantenimiento preventivo. Todo lo anterior fue concebido dentro
del marco de medidas tendientes a lograr la rentabilidad de las --

centrales azucareras y orientados a la disminución de gastos en la etapa de reparaciones y, el mantenimiento durante el período de producción. Un factor no descuidado para garantizar un alto índice de productividad y eficiencia en los centrales azucareros es sin duda el celo que se pone al control de la calidad en las diversas reparaciones y trabajos propios del sistema de mantenimiento, para esto último, existen normas de fácil manejo e interpretación -- por áreas y por equipo. Todo lo anterior responde al Presupuesto Directivo de Reparaciones cuidadosamente elaborado.

El Sistema para la elaboración y control del Plan de Reparaciones es un compendio de normas que permiten en cualquier momento verificar la situación y avance de los trabajos. Su ordenamiento constituye el Manual de Ingeniería y Mantenimiento Industrial, documento en el que también se especifican las funciones de los Departamentos que constituyen el sistema de mantenimiento, la marcha y organización de almacenes; en este aspecto su aplicación implicó un factor muy importante en la baja de los costos del mantenimiento, esto es, el control de inventarios y el establecimiento de stock mínimo para los repuestos "críticos".

A medida de ilustración se incarta el modelo de una norma de reparaciones.

MODELO NR-1 - NORMA DE REPARACIONES

Objetivo

Recoger la planificación de los tiempos y salarios a invertir en la reparación de cada equipo, en la etapa de elaboración del Plan. Al terminarse la ejecución de la norma será completado con las cifras reales de tiempos de operaciones y tiempos de fuerza de trabajo por cargos.

Características

Este Modelo será confeccionado de conjunto, por la Comisión designada para la elaboración del Plan de Reparaciones. Antes de termi

nar la zafra se elaborará como Pre-Plan y al final del Desarme se ajustará a las necesidades reales detectadas. Por cada norma se llenará un modelo NR-1.

Procedimiento.

Se elaborará a lápiz en el seno de la Comisión de Reparaciones, -- donde coordinadamente, el Organizador del Trabajo, llena los espacios referentes a la identificación de la Norma, tiempos de las operaciones, calificaciones y tiempos de la fuerza de trabajo necesaria. Por otra parte, Economía determina el tipo de Reparación, anota la clasificación de cuentas y, posteriormente, efectúa todas las valoraciones del modelo y lo mecanografía en original y -- dos copias.

El borrador a lápiz vá al Depto. de Planificación para confeccionar el Plan de Reparaciones por áreas y llenar los espacios para salarios y h/días de los modelos CR-3 "Control del Presupuesto --- por Normas". En este Departamento se agrupan los originales del NR-1 para obtener totales por brigada. El original del NR-1 junto con el Modelo CR-0 "Necesidades de Material" se remite al Jefe de brigada como guía de su Plan de Trabajo y con un resumen de los recursos a él asignados para las reparaciones.

La primera copia del NR-1 se destina al Organizador del Trabajo -- para sus controles y para la complementación con los datos reales al terminarse la norma.

La segunda copia va a los Jefes de áreas, para que conozcan y controlen su Plan de trabajo.

----- 0 -----

En esta etapa del proyecto, se continuó adiestrando al personal en el manejo e implementación del sistema nacional del mantenimiento_ e inculcando lo que técnica y económicamente significa su rigurosa aplicación.

Lo que sí se puede garantizar que con la administración del moderno sistema de mantenimiento y la aplicación de las nuevas técnicas

programadas, los objetivos iniciales de bajar en 30% de mantenimiento está próximo a alcanzarse a nivel nacional.

Si se internacionaliza el sistema en América Latina y el Caribe, sabiendo que el costo promedio por kilo de azúcar producido es de aproximadamente 0.34 U.S.\$ según "A World Survey of Sugar and HFCS Production Costs" y que la producción en la región es de 28 millones de toneladas. Además se sabe que el costo promedio del mantenimiento en la región es de aproximadamente 25% del costo del azúcar y que al aplicar el sistema podría rebajarse los costos del mantenimiento y reparaciones hasta en un 30%, lo que significaría un ahorro anual para la región de 714 millones de dólares anuales según los siguientes cálculos.

PRODUCCION

28×10^6 TON DE AZUCAR CRUDO

COSTO DE LA PRODUCCION

$28 \times 10^6 \times 340 \text{ US \$ / TON} = 9\,520 \times 10^6 \text{ US \$}$

VALOR APROXIMADO DEL MATENIMIENTO

$9520 \times 10^6 \times 25\% = 2\,380 \times 10^6 \text{ US \$}$

Posible ahorro al implementar un moderno sistema de mantenimiento

$2380 \times 10^6 \times 30\% = 714 \times 10^6$

PERSONAL. Este aspecto habría que considerarlo de 2 maneras, a saber: en lo que respecta a su capacitación y el equipo humano asignado al proyecto.

CAPACITACION

Permanentemente es preocupación del proyecto, el adiestramiento del personal asignado al mismo como el de personal encargado del mantenimiento de los centrales, a nivel nacional. Con esta finalidad durante el año 1983, se efectuaron los siguientes:

EVENTOS:

Título	Duración	Asistentes
Curso sobre Corrosión	2 meses	18
Curso sobre Balance Dinámico	Un mes	12
Curso sobre ensayos ultrasónicos	2 meses	12

Conferencias y Seminarios en Universidades e Instituciones Nacionales.

Internacionales

Especialistas del proyecto participaron activamente en el seminario realizado para el Caribe Inglés en Guyana en octubre de 1983. El aporte del proyecto a esta reunión técnica fue la participación de 4 profesionales con trabajos sobre corrosión, computarización y sobre Ensayos no destructivos.

Desde hace dos años, expertos del proyecto, han colaborado en la difusión y capacitación de personal de ingenios en Panamá, México, Nicaragua y Bolivia, en técnicas de ensayos no destructivos y manejo de equipos como base para la instalación de un sistema de mantenimiento diagnosticado. También Misiones más numerosas han colaborado en México en la implementación de Sistema completo de Mantenimiento y uso de computadoras en la industria .

Personal Asignado al proyecto. Entre personal directivo, especialistas técnicos y de apoyo logístico, el proyecto dispone permanentemente de 25 personas cuyos cargos se listan más adelante.

Es importante remarcar que dicho personal ha sido adiestrado en el país y en el extranjero y cuentan con un alto nivel técnico especializado en las diversas disciplinas que requiere el proyecto tal como lo demuestran los trabajos de investigación y demás actividades que diariamente se han realizado para cumplir con los objetivos del presente proyecto.

En lo que respecta al período 1983, con miras a ampliar el alcance de mantenimiento, se ha trabajado en los aspectos metalúrgicos que redondearían la interpretación y comportamiento de ciertos metales y aleaciones presentes en los equipos partes y piezas cuando son empleados en las diversas etapas de la producción del azúcar de caña. Esta fase es importante cuando se desea participar en la fabricación de Bienes de Capital y control de materiales empleados en dicha fabricación, como parte fundamental del mantenimiento de adquisición. Este último aspecto está siendo contemplado en los objetivos futuros del proyecto para lo cual sería necesario contar con los equipos mínimos e indispensables.

COMPUTARIZACION. El Proyecto Nacional de Mantenimiento cuenta con el auxilio de un sistema computarizado para la industria azucarera Nacional, dentro del cual se dispone de un programa que permite en la época de reparaciones evaluar resultados y verificar los avances del programa de mantenimiento, cuando se estime necesario, a nivel nacional y/o por central.

Sería conveniente considerar y de hecho parece que se está trabajando para disponer de un sistema de mantenimiento totalmente computarizado, lo que permitirá dominar históricamente el comportamiento, trabajos y servicios de cada uno de los equipos del central, brindando a los encargados de programar las actividades del mantenimiento y reparaciones, antecedentes valiosísimos que facilitarían planificar con mayor precisión los trabajos y evitar las operaciones innecesarias y consecuentemente los beneficios técnico-económicos se dejarían notar.

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO A.
	INFORME SOBRE LA "MARCHA" DEL PROYECTO	NO. DEL PROYECTO CUE/77/004	ORGANISMO UNIDO	PERIODO DEL INFORME Enero 1983 Junio 1983

PAIS Y TITULO DEL PROYECTO: CUBA Proyecto de Investigación y Ejecución del Mant. enzimático en la Industria Azucarera.		DURACION 54 Meses	PRESUPUESTO DEL PNUD (DOLARES EE.UU.) /
FECHA DE APROBACION	INICIACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		EXAMEN TRIPARTITO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	PREVISTA	ACTUAL	
	TERMINACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		FECHA:
	PREVISTA	ACTUAL	

Resumen de la ejecución del proyecto

A. Actividades del Proyecto

1. Pruebas No Destructivas.

- a) Inspecciones y Controles en fábricas y centrales.
- b) Demostraciones en fábricas, laboratorios y taller.
- c) Inspección de Centrales Azucareras en República Dominicana. Impartición de conferencias y demostraciones prácticas.
- d) Demostración e información durante la celebración del XVIII Congreso de los tecnólogos de la caña de azúcar ISSCT.
- e) Curso impartido sobre balances dinámicos.
- f) Filmación de un video-tape sobre ensayos no destructivos.

2. Recuperación de Piezas.

- a) Demostraciones, adiestramientos, inspecciones y reparaciones efectuadas mediante el uso de soldadura especial y metalización por "spray"
- b) Actividad demostrativa especialmente preparada para el XVIII Congreso de la ISSCT.
- c) Utilización de electrodos para mejorar la alimentación y extracción de los molinos.
- d) Evaluación de productos de baja función para aumento de la durabilidad de los equipos e instalaciones y mejoramiento de la operación.

3. Anticorrosión y Protección de Materiales.

- a) Estudios de Laboratorio sobre selección de aceros para tubos intercambiadores de calor.
- b) Pruebas de resistencia a la corrosión de distintos recubrimientos.
- c) Pruebas en la caña con el uso de sellos de gomas de sistemas en un prototipo.

4. Preparación de trabajos para ser presentados en eventos científicos técnicos.

NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO O EXPERTO Y FECHA

FORMULARIOS PRESENTADOS (MARQUENSE)

A B C D E-1 E-2 F G H I-1 I-2

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO				FORMULARIO A.- RESUMEN
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	NO. DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO UNIDO	PERIODO DEL INFORME Enero 1983 Junio 1983	

PAIS Y TITULO DEL PROYECTO:			DURACION	PRESUPUESTO DEL PNUD (DECLARE EN DOLARES EE.UU.)	
FECHA DE APROBACION	INICIACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		TERMINACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		EXAMEN TRIPARTITO ? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO FECHA:
	PREVISTA	ACTUAL	PREVISTA	ACTUAL	

Resumen de la ejecución del proyecto

- a) Segunda Conferencia Técnica de la Universidad Central de las Villas.
 - b) Seminario de Mantenimiento a celebrarse en Guyana auspiciado por ONUFI-GEPLACSA.
 - c) Seminario de Mantenimiento del MINAZ.
 - d) VII Conferencia Científica ICIRAZ.
5. Preparación de solicitudes de compra para equipos y accesorios para el proyecto.
6. Seminarios y Eventos en los cuales han participado los miembros del proyecto.
- a) Conferencias impartidas en el marco de la ISSCT.
 - b) Seminario impartido por la EURL & KJASK sobre análisis vibracional.
 - c) Exposición de diferentes firmas en el hotel Habana Libre durante las actividades de la ISSCT.
 - d) Seminario de Mantenimiento del MINAZ, donde se presentó una ponencia sobre corrosión en evaporadores.
7. Se comenzó un análisis de factibilidad económica en Cuba para tomarlo como experiencia de factibilidad para un proyecto regional.

NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO O EXPERTO Y FECHA	FORMULARIOS PRESENTADOS (MARQUENSE) A B C D E-1 E-2 F G H I-1 I-2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
--	--



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTONO. DEL PROYECTO
CUB/77/004ORGANISMO
UNIDOPERIODO DEL INFORME
Enero 1983
Junio 1983FORMULARIO A-2
RESUMEN

PAIS Y TITULO DEL PROYECTO:				DURACION	PRESUPUESTO DEL PNUD (DOLARES EE.UU.)
FECHA DE APROBACION	INICIACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		TERMINACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		EXAMEN TRIPARTITO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO FECHA:
	PREVISTA	ACTUAL	PREVISTA	ACTUAL	

Resumen de la ejecucion del proyecto

B. Dificultades Fundamentales.

1. Falta de vehiculos, lo cual afecta sustancialmente el analisis de factibilidad y otros.
2. Demasiado extenso tiempo de entrega de los materiales comprados, en especifico los pedidos de pinturas y accesorios.
3. Reparación de algunos equipos.

C. Logros del Proyecto.

1. Se encuentra funcionando satisfactoriamente los laboratorios y el Taller.
2. Se ha consolidado el grupo de Ensayos no Destructivos, logrando un elevado prestigio en el país, lo que motiva una constante solicitud de servicios por parte de este grupo.
3. Se encuentra funcionando el grupo de recuperación de Piezas.
4. Se publicó un libro sobre corrosión en la Industria Azucarera elaborado por los miembros del proyecto.
5. Se ha consolidado el grupo de corrosión anticorrosión y preparación de superficies.
6. El proyecto y su personal actúan como foco y contribuyen a resolver problemas mecánicos y de mantenimiento, en fabricas y centrales azucareras de Cuba y de otros países de America Latina.

NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO O EXPERTO Y FECHA

FORMULARIOS PRESENTADOS (MARQUENSE)

 A B C D E-1 E-2 F G H I J

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTO

Nº DEL PROYECTO

CUB/77/004

ORGANISMO

UNIDO

PERIODO DEL INFORME

Enero 1983
Junio 1983EXAMEN
GENERAL

Relación general de la ejecución del proyecto

A. Recuento de las actividades del proyecto.

1. El proyecto se continúa desarrollando en el Central "Pablo Miró Quesada", donde se encuentra establecido el centro de investigación, pruebas y adiestramiento del mismo.
2. El grupo de ensayo no destructivos ha desarrollado una intensa labor de chequeo e inspección en centrales cubanas, en especial en el 30 de Noviembre, José Martí, Pablo de la Torriente Brau y Marlex, Manuel Sanguily, también se efectuaron inspecciones en centrales de rep. Dominicana estos fueron; Forvenir, Barbours y Rio Haina.
3. El grupo de recuperación de piezas ha continuado realizando trabajos de apoyo a la industria especialmente en la recuperación de ejes de bombas, centrifugas y reductores por medio de la metalización. En el tiempo transcurrido los técnicos del grupo han incrementado su eficiencia especialmente en la actividad de recuperación de piezas por medio de la metalización.
4. El grupo de anticorrosión ha trabajado en la selección de material para la industria, en este sentido se trabajó en la evaluación de aceros inoxidable para su uso en los evaporadores, se continúa en la evaluación de recubrimientos temporales.
5. Se diseñó y construyó una planta para la producción del inhibidor ANTI-COR-208 cuya formulación fue obtenida en los laboratorios del proyecto y que abastecerá a las provincias orientales.
6. Durante este período se continuó la evaluación de productos de firmas extranjeras como los recubrimientos temporales de la CAS-KOL, sin embargo, la actividad de evaluación de pinturas ha tenido dificultades debido a la no llegada en tiempo de las pinturas solicitadas, los miembros del grupo se han superado en cuanto a la aplicación de método para la preparación de superficies, pudiéndose contar en estos momentos con equipos de laboratorio. Resultados positivos se han obtenido en el aislamiento galvánico, para los intercambiadores de calor, a nivel de prototipo, utilizándose los aislantes enviados por la UNIDA debiéndose efectuar pruebas en equipos industriales durante la próxima campaña.
7. Se han elaborado y enviado a la ONU solicitudes de compras para el proyecto.
 - a) Equipos especiales para soldadura.
 - b) Equipos para evaluaciones de resistencia a la corrosión por ensayos acelerados.
 - c) Baterías para los equipos de ensayos no destructivos.
 - d) Piezas de repuesto para el mantenimiento de los equipos del proyecto.

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTO

Nº DEL PROYECTO

CUB/77/034

ORGANISMO

ONUDI

PERIODO DEL INFORME

Enero 1983
Junio 1983EXAMEN
GENERAL

Relación general de la ejecución del proyecto

- e) Microbus para trabajos en fábricas y centrales a realizar por el proyecto.
 - f) Completamiento de medios audiovisuales.
 - g) Instrumentos de laboratorio para el proyecto.
8. El proyecto ha sido visitado por las firmas que a continuación se enumeran.
1. **Castrol**- Se discutió sobre los resultados de las evaluaciones sobre sus productos, intercambio de información y posibilidades para perspectivas de colaboración.
 2. **SKKCA**- Desarrollo de la evaluación de los productos de la firma y se amplió la gama de estos, los cuales en estos momentos se evalúan.
9. Se trabaja en la realización de análisis de factibilidad económica de la extrapolación de los resultados del proyecto a todo el país.
10. Se participó en estudio de factibilidad ONUDI-GEPLAGEA UC/ALA/82/039 a la República Dominicana y Brasil con vista al desarrollo del proyecto Regional de Mantenimiento.
11. El grupo de Ensayos no Destructivos revisó todas las masas producidas por la empresa Iro de Mayo con destino a los 20 centrales de la provincia Habana.
3. Desarrollo General del Proyecto.
- El proyecto ha obtenido reconocido prestigio entre miembros de la industria y personal técnico científico, se ha incrementado la participación del personal del proyecto en las actividades de carácter técnico científico en el país, consolidándose las relaciones con Universidades e Institutos de Investigaciones.
- C. Programa de Trabajo para el Futuro Inmediato.
1. Continuar incrementando el uso de los ensayos no estructurales en la Industria Azucarera.
 2. Comenzar la introducción de las técnicas del mantenimiento pronosticando para la Industria Azucarera.
 3. Continuación de las investigaciones sobre recuperación de piezas.
 4. Realización de las pruebas de aislantes galvanicos a nivel de equipos industriales.
 5. Continuar las evaluaciones de productos de la CASTROL y la SKKCA, así como incrementar la participación de otras firmas.
 6. Continuar el análisis de factibilidad con carácter nacional.
 7. Trabajar para comenzar el proyecto regional el próximo año.
 8. Comenzar el trabajo en la estación de pinturas.
 9. Comenzar los estudios para la introducción de técnicas modernas en la organización del Atto. a nivel del central.
 10. Continuar análisis de factibilidad económica del Proyecto de Mantenimiento para la extensión de esta experiencia a otros países y/o Región.



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTON° DEL PROYECTO
GUB/77/004ORGANISMO
UNIDOPERIODO DEL INFORME
Enero 1983
Junio 1983FORMULARIO C
ACTIVIDADES
DEL PROYECTO

ACT. NO.	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	COMIENZO DE LA ACTIVIDAD		TERMINACION DE LA ACTIVIDAD		PRINCIPALES FACTORES POSITIVOS O NEGATIVOS QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES Y SU EJECUCION
		PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)	PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)	
1	Preparación de solicitudes de compra.	Mayo	Abril		Junio	
2	Llegada de Equipos.					
3	Adiestramiento en Balanceo dinámico.	Abril	Abril	Abril	Abril	
4	Recuperación de Piezas	Enero	Enero		Cont.	
5	Tratamiento de Sup.	Enero	Enero		Cont.	
6	Evaluación de Pinturas	Feb.	-		-	
7	Protección de la corrosión mediante aislamiento galvanico.	Enero	Enero		-	
8	Atención a solicitudes de la industria.	Enero	Enero		Cont.	
9	Preparación de ponencia a seminario latinoamericano de Mantenimiento.	Junio	Junio	Junio	Junio	
10	Preparación de ponencia a evento científico-Técnico de la Universidad de las Villas.	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo	
11	Recepción de Equipos.				Cont.	
12	Estudio de Factibilidad.	Abril	Abril		Cont.	
13	Recopilación de información sobre la organización del Mto. en la Ind. Azucarera y en la Ind. Química moderna.	Marzo	Marzo	Junio	Junio	
14	Adiestramientos en Métodos ultrasonicos de E.R.D.	Febro.	Feb.	Dic,83		
15	Evaluación y desarrollo de recubrimientos temporales.	Enero	Enero	-	-	



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTO

N.º DEL PROYECTO

CUB/77/004

ORGANISMO

UNIDO

PERIODO DEL INFORME

Enero 1983
Junio 1983

FORMULARIO C-1

ACTIVIDADES
DEL PROYECTO

ACT. NO.	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	COMIENZO DE LA ACTIVIDAD		TERMINACION DE LA ACTIVIDAD		PRINCIPALES FACTORES POSITIVOS O NEGATIVOS QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES Y SU EJECUCION
		PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)	PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)	
16	Preparación de un video Tape para ser expuesto durante las actividades de la ISSCF sobre las actividades del proyecto en el palacio de los congresos en Cuba.	Enero	Enero	Febrero	Febrero	
17	Preparación de una exposición de técnicas de ensayos no destructivos y de recuperación de piezas para la ISSCF celebrada en La Habana.	Febrero	Feb.	Feb.	Feb.	
18	Asistencia Técnica brindada a Rep. Dominicana en técnicas de ensayos no destructivos.	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo	
19	Participación en estudio de factibilidad - QUUDI-GEPLAGEA UC/RLA/BL/034.	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo	
20	Continuación del Proyecto Nacional.		Julio 83			

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO D INSUMOS DEL PROYECTO
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	N° DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO CEUDI	

INSUMOS DEL PNUD/ORGANISMO				
	DURANTE EL PERIODO		ACUMULATIVOS	
	PROYECTADOS	ACTUALES	PROYECTADOS	ACTUALES
Expertos (meses-hombre)	1	1	51	46,5
Contratos (miles de \$ EE.UU.)				
Equipo recibido (miles de \$ EE.UU.)		10.700.	292.846.	246,333
Becas (meses-hombre)				
INSUMOS DEL GOBIERNO				
Personal de contraparte (meses-hombre)				
Personal de apoyo (meses-hombre)				
Equipo recibido (miles de \$ EE.UU.)				
Edificios, terrenos (miles de \$ EE.UU.)				
Apoyo en efectivo (miles de \$ EE.UU.)				
Otros (especifíquese)				

OBSERVACIONES:

- El experto en corrosión se marchó después de transcurrido solo 1½ mes en lugar de los 6 meses contractuales.



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTON° DEL PROYECTO
CJ/B/77/004ORGANISMO
OSUDIPERIODO DEL INFORME
Enero 1983
Junio 1983FORMULARIO E-1
PERSONAL
DEL ORGANISMO

PUESTO NO.	DESCRIPCION DEL PUESTO	NOMBRE DEL TITULAR Y NACIONALIDAD	FECHA DE LLEGADA (MES Y AÑO)		FECHA DE SALIDA (MES Y AÑO)	
			PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)	PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)
1	Director Internacional del proyecto. Experto en Reparación mantenimiento y anti- corrosión.	G. Fredriksson	Ene79	Ene79	Dic79	Ene83
OBSERVACIONES:						



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTON° DEL PROYECTO
CUB/77/004ORGANISMO
ONUDIPERIODO DEL INFORME
Enero 83
Junio 83FORMULARIO E-2
PERSONAL
DEL GOBIERNO

PUESTO NO.	DESCRIPCION DEL PUESTO	NOMBRE DEL TITULAR	COMP. O PARC.	ASUNCION DEL CARGO (MES Y AÑO)	
				PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)
1	Director Nacional del Proyecto.	J. Lodos		Nov80	Jun83
2	Sub-Director	E. Casanova		Ene83	Jun83
3	1° Departamento	R. Caro		Ene83	Jun83
4	Ing. Técnico de alto nivel.	J. Goenaga		Ene81	Jun83
5	Ing. Técnico de alto nivel.	O. Valdalisio		Ene81	Jun83
6	Ing. Técnico de Alto nivel	L. Macapart		Sep81	Jun83
7	Ing. Técnico de alto nivel	A. Mondul		Ene83	Jun83
8	Ing. Técnico de alto nivel	D. Sacca		Oct82	Jun83
9	Ing. en Corrosión	E. Quintero		Ene83	Jun83
10	Ing. en Corrosión	M. Ing. Ladrón de Guevara.		Ene83	Jun83
11	Ing. Asucarero	P. Galego		Ene83	Jun83
12	Ing. Eléctrico	C. Salabarría		Sep81	Jun83
13	Ing. Eléctrico	E. Collora		Ene81	Jun83
14	Ing. Eléctrico	G. Rodríguez		Ene81	Jun83
15	Ing. Metalúrgico.	Y. Stolik			
16	Ing. Metalúrgico.	Z. Porta			
17	Técnica en Corrosión	M. Morales		Ene81	Jun83
18	Técnica en Corrosión	E. Villarreal		Ene81	Jun83
19	Técnica en Corrosión	I. Martínez		Ene81	Jun83
20	Técnico Medio	O. Domínguez		Ene81	Jun83
21	Técnico Medio	L. Brujillo		Ene83	Jun83
22	Técnico Medio	O. Díaz		Ene83	Jun83
23	Dibujante/Técnico	L.D. González		Ene81	Jun83
24	Secretaria	R. Rodríguez		Ene81	Jun83

OBSERVACIONES:

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO G
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	Nº DEL PROYECTO CUB/77/034	ORGANISMO OLUDI	PERIODO DEL INFORME Enero 83 Junio 83

EQUIPO	ENTREGA (MES Y AÑO)		OBSERVACIONES
	PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)	
Dificultades con la llegada en tiempo de pinturas y accesorios.		Jun83	Retenido en el punto de ROTTERDAM

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO H INFORMES
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	N° DEL PROYECTO 053/77/004	ORGANISMO CEUDI	

TITULO DEL INFORME, DOCUMENTO, ETC.	OBSERVACIONES
<p>Informes por países (Rep. Dominicana, Brasil, Venezuela y Argentina) realizado para el estudio de factibilidad CEUDI-CEPLACSA UC/RLA/62/034.</p> <p>Propuesta a Proyecto Regional para el Mantenimiento de la Industria Azucarera.</p>	<p>Informes preparados para CEUDI y CEPLACSA.</p>



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

FORMULARIO I-2

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTO

N° DEL PROYECTO
CUB/77/004

ORGANISMO
CNUDI

PERIODO DEL INFORME
Enero 1983
Junio 1983

CAPACITACION DE
CORTA DURACION

ACTIVIDAD DE CAPACITACION	DURACION	FECHA DE INICIACION (MES Y AÑO)	FECHA DE TERMINACION (MES Y AÑO)	NUMERO DE PARTICIPANTES		
				PROYECTADO	EMPEZARON	TERMINARON
Curso Teórico Práctico sobre corrosión y protección para la Industria azucarera.	2 Meses	Marz 83	Mayo 83	18	18	18
Curso Teórico y práctico de balances dinámico.	1 Mes	Abril 83	Abril 83	13	12	12

OBSERVACIONES:

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO				FORMULARIO A. RESUMEN
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	NO. DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO UNIDO	PERIODO DEL INFORME Julio 83 Marzo 84	

PAIS Y TITULO DEL PROYECTO:			DURACION 60 Meses	PRESUPUESTO DEL PNUD (DOLARES E.E.UU.)	
FECHA DE APROBACION	INICIACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		TERMINACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		EXAMEN TRIPARTITO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO FECHA:
	PREVISTA	ACTUAL	PREVISTA	ACTUAL	

Resumen de la ejecucion del proyecto

A. Actividades del Proyecto

1. Pruebas no destructivas.

- a) Inspecciones y controles en fábrica y centrales.
- b) Curso impartido sobre detección de fallas y medición en espesores.
- c) Participación en el Seminario de mantenimiento efectuado en Guyana.
- d) Participación en el forum nacional de E.N.D. en la Academia de Ciencias de Cuba.
- e) Participación en el evento Anual de la Universidad Central en Las Villas.
- f) Evaluación Técnico Económica de la utilización de las Técnicas de E.N.D. en Cuba.

2. Recuperación de piezas.

- a) Demostraciones, adiestramientos, inspecciones y reparaciones efectuadas mediante el uso de soldadura especial y metalización por "spray".
- b) Actividad demostrativa especialmente preparada para el XVIII Congreso de la ISSCT.
- c) Utilización de electrodos para mejorar la alimentación y extracción de los molinos.
- d) Evaluación de productos de baja función para aumento de la durabilidad de los equipos e instalaciones y mejoramiento de la operación.
- e) Participación en el Seminario de Mantenimiento de Guyana.

3. Anticorrosión y protección de materiales.

- a) Se efectuó un estudio de resistencia a la corrosión picadura de los aceros inoxidables.
- b) Se continuó el trabajo evaluativo de la resistencia de recubrimientos.

NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO O EXPERTO Y FECHA

FORMULARIOS PRESENTADOS (MARQUENSE)

A B C D E-1 E-2 F G H I-1 I-2

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO				FORMULARIO A. RESUMEN
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	NO. DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO UNIDO	PERIODO DEL INFORME Julio 83. Marzo 84	

PAIS Y TITULO DEL PROYECTO:			DURACION 60 Meses	PRESUPUESTO DEL PNUD (DOLARES EE.UU.)	
FECHA DE APROBACION:	INICIACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		TERMINACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		EXAMEN TRIPARTITO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO FECHA:
	PREVISTA	ACTUAL	PREVISTA	ACTUAL	

Resumen de la ejecución del proyecto

- c) Se comenzaron pruebas en un equipo industrial de sellos de gomas aislantes para evitar la corrosión galvánica en los evaporadores.
- d) Se puso en funcionamiento una cámara climática para los estudios de corrosión.
- 4. Seminarios y Eventos en los cuales han participado los miembros del proyecto.
 - a) Seminario de mantenimiento en Guyana.
 - b) Conferencia nacional de Ensayos no Destructivos auspiciada por la Academia de Ciencias de Cuba.
 - c) Evento científico de la Universidad Central.
- 5. Se recibieron parte de las solicitudes de equipamiento efectuadas en el primer semestre, así como pedidos atrasados del año anterior.
- 6. Se continuó la realización del estudio de factibilidad económica comenzado en el primer semestre.
- 7. Se comenzaron trabajos investigativos en el campo de la metalurgia.
- 8. La parte cubana aportó algunos equipos para reforzar la actividad del proyecto.

B. Dificultades Fundamentales

- 1. Falta de vehículo, lo cual ha afectado el análisis de factibilidad y otros.
- 2. La fecha de llegada de los equipos de pinturas, así como estas no ha permitido la realización de trabajos exitosos en este campo.
- 3. Aún no han llegado los equipos y accesorios solicitados, así por ejemplo la no llegada del potencióstato ha afectado el plan del grupo de Anticorrosión.

C. Logros del Proyecto

- 1. Se encuentra funcionando satisfactoriamente los laboratorios y el taller.
- 2. Se ha incrementado aún más la prestación de servicios a los centrales en las diferentes líneas del proyecto.

NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO O EXPERTO Y FECHA

FORMULARIOS PRESENTADOS (MARQUENSE)

<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E-1	<input type="checkbox"/> E-2	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> G	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> I-1	<input type="checkbox"/> I-2
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO A. RESUMEN
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	NO. DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO UNIDO	

PAIS Y TITULO DEL PROYECTO:		DURACION 60 Meses	PRESUPUESTO DEL PNUD (DOLARES E.E.U.U.)
FECHA DE APROBACION	INICIACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		EXAMEN TRIPARTITO? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	PREVISTA	ACTUAL	
	TERMINACION DEL TRABAJO EN EL CAMPO		FECHA:
	PREVISTA	ACTUAL	

Resumen de la ejecución del proyecto

3. Se comenzó a trabajar en algunos aspectos relacionados con la metalurgia para la industria azucarera.
4. A continuado incrementándose el prestigio del proyecto, gracias a los miembros de éste en eventos y seminarios Nacionales e Internacionales.
5. Se puso en marcha una cámara climática lo que ayudará sustancialmente al grupo de corrosión.

NOMBRE DEL DIRECTOR DEL PROYECTO O EXPERTO Y FECHA

FORMULARIOS PRESENTADOS (MARQUENSE)

<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E-1	<input type="checkbox"/> E-2	<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> G	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> I-1	<input type="checkbox"/> I-2
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	------------------------------	------------------------------

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO B
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	Nº DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO UNIDO	PERIODO DEL INFORME Julio 1983 Marzo 84.

Relación general de la ejecución del proyecto

A. Recuento de las actividades del proyecto

1. El proyecto se continúa desarrollando en el central "Pablo Noriega", donde se encuentra establecido el centro de investigación, pruebas y adiestramiento del mismo. En esta etapa se habilitó un nuevo local para el -- proyecto destinado al grupo de ingenios electrónicos y técnicos que garantizan el mantenimiento de los medios del proyecto.
2. En esta etapa se han inspeccionado 11 centrales de las provincias de Pinar del Rio y Habana, los resultados de las inspecciones son muy satisfactorios.
3. El grupo de anticorrosión concluyó los trabajos concernientes a la evaluación de aceros inoxidable para los evaporadores, continuó la evaluación de recubrimientos aprovechando las posibilidades de la cámara climática.
4. Durante esta etapa el proyecto fue apoyado con algunos equipos de análisis brindados por la parte cubana para complementar el trabajo del proyecto.
5. Se elaboró a nivel de planos constructivos una máquina para recuperar los tubos de cobre dañados en el mantenimiento de los evaporadores.
6. Se instalaron sellos aislante de la SKEGA en un vaso industrial con buenos resultados hasta el presente, lo que se ajusta a los resultados a nivel de prototipo ensayados en el primer semestre.
7. Fue elaborada una propuesta de extensión del proyecto para el año 84.
8. Se elaboró toda la información de los trabajos de servicio en los diferentes centrales en modelos que permiten el análisis de factibilidad del proyecto y en extensión de todo el país.
9. Se participó activamente en diferentes eventos.

Seminario de mantenimiento de Guyana.

Se impartieron tres conferencias por personal del proyecto sobre:

- a) Uso de la computarización en el mantenimiento.
- b) Corrosión en la industria azucarera.
- c) Empleo de las técnicas de E.N.D. en el mantenimiento de la industria azucarera.

Se efectuaron ensayos demostrativos de E.N.D.

Se efectuaron mediciones en un central de Guyana utilizando las técnicas de E.N.D. como demostración.

Conferencia nacional de E.N.D.

Se expuso un trabajo elaborado por el proyecto sobre el empleo de las técnicas de E.N.D. en la Industria Azucarera.



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

FORMULARIO B

INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTO

Nº DEL PROYECTO

CUB/77/004

ORGANISMO

UNIDO

PERIODO DEL INFORME

Julio 1983
Marzo 1984

EXAMEN
GENERAL

Relación general de la ejecución del proyecto

Conferencia Anual de la Universidad Central.

Se expuso un trabajo elaborado por el proyecto sobre las ventajas del uso de las técnicas de E.N.D. y otro sobre la corrosión de los tubos de acero inoxidable en los evaporadores.

Conferencia Nacional de Corrosión.

Fueron expuestos por los ingenieros del proyecto dos conferencias sobre:

- a) Empleo de plásticos en la industria azucarera.
- b) Desarrollo de inhibidores de la corrosión a partir de subproductos de la Industria Azucarera.

- 10) Se comenzó el desarrollo de técnicas para el tratamiento termoquímico de superficies metálicas con buenos resultados a nivel de laboratorio hasta el presente.
- 11) Se comenzó un estudio con el objetivo de fabricar por nuestros medios algunos equipos para las técnicas de ensayos no destructivos.
- 12) Se está efectuando un trabajo preliminar para la introducción del mantenimiento diagnóstico de la industria azucarera. Todas las pruebas se realizan en el central Pablo Noriega.

B . Desarrollo General del Proyecto

Durante esta etapa el proyecto ha ganado aún más en cuanto al reconocimiento de las técnicas de la industria, evidenciándose en las solicitudes de los servicios del proyecto. En cuanto a las relaciones del proyecto con otras instituciones técnico-científicas se ha visto un marcado incremento, en esto ha jugado un papel decisivo la participación activa de los técnicos del proyecto en los eventos técnico-científicos.

C . Programa de trabajo para el futuro inmediato

1. Continuar incrementando el uso de los ensayos no destructivos en la Industria Azucarera.
2. Continuar el estudio para la introducción de las técnicas del mantenimiento diagnóstico en la industria azucarera.
3. Incrementar el uso de las técnicas de recuperación de piezas.
4. Introducir los elementos de aislamiento galvánico como medio de protección de la corrosión galvánica de los evaporadores.
5. Incrementar el uso de materiales plásticos en los centrales.
6. Construir una estación de pintura y tratamiento de superficies utilizando los equipos recibidos.
7. Continuar est. para la introd. de técnicas modernas en la organización del mantenimiento a nivel del central.
8. Evaluar los recubrimientos recibidos recientemente por el proyecto.

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO C ACTIVIDADES DEL PROYECTO
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	Nº DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO UNIDO	

ACT. NO.	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	COMIENZO DE LA ACTIVIDAD		TERMINACION DE LA ACTIVIDAD		PRINCIPALES FACTORES POSI- TIVOS O NEGATIVOS QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES Y SU EJECUCION
		PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)	PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)	
1.	Recepción de equipos					
2.	Estudio de factibilidad	Julio	Julio		Cont.	
3.	Adiestramiento en métodos de ultrasonido.	Sept.	Sept.	Oct.	Oct.	
4.	Protección de la corrosión mediante aislamiento galvánico.	Nov.	Nov.		Cont.	
5.	Atención a solicitudes de la industria.	Julio	Julio		Cont.	
6.	Participación con 3 ponencias y ensayos demostrativos en seminario de mantenimiento para países de lengua inglesa del caribe	Oct.	Oct.	Oct.	Oct.	
7.	Participación con una ponencia en la conferencia nacional de E.N.D.	Dic.	Dic.	Dic.	Dic.	
8.	Participación con dos ponencias en el evento científico de la Universidad Central.	Dic.	Dic.	Dic.	Dic.	
9.	Recuperación de piezas.	Julio	Julio		Cont.	
10.	Trat. de superficies.	Julio	Julio		Cont.	
11.	Evaluación de pinturas.	Julio	Julio		Cont.	
12.	Construcción a nivel de planos constructivos de una máquina recuperadora de tubos de cobre.	Julio	Julio	Dic.	Dic.	
13.	Evaluación y desarrollo de recubrimientos temporales.	Julio	Julio		Cont.	
14.	Preparación de dos trabajos para el evento nacional de corrosión.	Oct.	Oct.	Oct.	Oct.	
15.	Estudio sobre la corrosión de los aceros inoxidables en los evaporadores.	Jul.	Jul.	Dic.	Dic.	

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO****INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTO**

N° DEL PROYECTO

CUB/77/004

ORGANISMO

UNIDO

PERIODO DEL INFORME

Julio 83
Marzo 84**FORMULARIO C
ACTIVIDADES
DEL PROYECTO**

ACT. NO.	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	COMIENZO DE LA ACTIVIDAD		TERMINACION DE LA ACTIVIDAD		PRINCIPALES FACTORES POSI- TIVOS O NEGATIVOS QUE AFECTAN LOS RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES Y SU EJECUCION
		PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)	PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)	
16.	Preparación de solicitud para la posible continuación del proyecto.	Oct.	Oct.	Oct.	Oct.	
17.	Tratamiento termoquímico de superficies.	Sep.	Sep.		Cont.	
18.	Estudios sobre la introducción del mantenimiento diagnosticado.	Julio	Julio		Cont.	
19.	Electrodos de soldadura para masas de molino.	Oct.	Oct.		Cont.	

**PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO****INFORME SOBRE
LA MARCHA
DEL PROYECTO****N° DEL PROYECTO**

CUB/77/004

ORGANISMO

ONUDI

PERIODO DEL INFORMEJulio 1983
Marzo 1984**FORMULARIO D****INSUMOS
DEL PROYECTO****INSUMOS DEL PNUD/ORGANISMO**

	DURANTE EL PERIODO		ACUMULATIVOS	
	PROYECTADOS	ACTUALES	PROYECTADOS	ACTUALES
Expertos (meses-hombre)	6 meses/h	6 meses/h	51,5	47,0
Contratos (miles de \$ EE.UU.)				.
Equipo recibido (miles de \$ EE.UU.)	80,000	30 637	372 846	277 025
Becas (meses-hombre)				

INSUMOS DEL GOBIERNO

Personal de contraparte (meses-hombre)				
Personal de apoyo (meses-hombre)				
Equipo recibido (miles de \$ EE.UU.)				
Edificios, terrenos (miles de \$ EE.UU.)				
Apoyo en efectivo (miles de \$ EE.UU.)				.
Otros (especifíquese)				

OBSERVACIONES:

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO G
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	N° DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO ONUDI	PERIODO DEL INFORME Julio 1983 Marzo 1984

EQUIPO	ENTREGA (MES Y AÑO)		OBSERVACIONES
	PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)	
Dificultades con la llegada en tiempo de pinturas y accesorios.	Jun.83		Detenido en puerto de Rotterdam
Potenciostato	Dic.83		Provocará atrasos en los trabajos de corrosión a partir de abril/84.
Transporte	Dic.83		Esperando buqueo en el Puerto de Vera Cruz.

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO E-1	
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	Nº DEL PROYECTO CUB/77/004	ORGANISMO ONUDI	PERIODO DEL INFORME Julio 1983 Marzo 1984	

PUESTO NO.	DESCRIPCION DEL PUESTO	NOMBRE DEL TITULAR Y NACIONALIDAD	FECHA DE LLEGADA (MES Y AÑO)		FECHA DE SALIDA (MES Y AÑO)	
			PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)	PRE-VISTA	EFFECTIVA (EST.)
1	Asesor del Proyecto, Experto en Reparación, Mantenimiento y Metalurgia	F. Veras Rojas (C.T.A.)	Ene 83	Ene. 84	Sept. 83	Marz. 84
2	Experto en procesamiento de la información, costos y Bienes de Capital para la Industria Azucarera	Miguel Angel Díaz	Jun 83	Agos 83	Dic. 83	Marzo 84

OBSERVACIONES:



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

INFORME SOBRE
A MARCHA
DEL PROYECTO

N° DEL PROYECTO

CUE 7/004

ORGANISMO

ONU DI

PERIODO DEL INFORME

Junio 1983
Marzo 1984

FORMULARIO E-2

PERSONAL
DEL GOBIERNO

PUESTO NO.	DESCRIPCION DEL PUESTO	NOMBRE DEL TITULAR	COMP. O PARC.	ASUNCION DEL CARGO (MES Y AÑO)	
				PRE- VISTA	EFFECTIVA (EST.)
1	Director Nacional del proyecto.	J. Lodos		Nov. 80	Dic. 83
2	Sub-Director	E. Casanova		Ene. 83	Dic. 83
3	J' Departamento	R. Caro		Ene. 83	Dic. 83
4	Ing. Técnico de alto nivel.	J. Goenaga		Ene. 81	Dic. 83
5	Ing. Técnico de alto nivel.	O. Valdaliso		Ene. 81	Dic. 83
6	Ing. Técnico de alto nivel.	L. Llompарт		Sep. 81	Dic. 83
7	Ing. Técnico de alto nivel.	R. Monduf		Ene. 83	Dic. 83
8	Ing. Técnico de alto nivel.	D. Esson		Oct. 82	Dic. 83
9	Ing. en Corrosión	R. Quintero		Ene. 83	Dic. 83
10	Ing. en Corrosión	Ma. Eug. Ladrón de Guevara.		Ene. 83	Dic. 83
11	Ing. Azucarero	P. Galego		Ene. 83	Dic. 83
12	Ing. Eléctrico	C. Salabarría		Sep. 81	Dic. 83
13	Ing. Eléctrico	N. Collera		Ene. 81	Dic. 83
14	Ing. Eléctrico	G. Rodríguez		Ene. 81	Jun. 83
15	Ing. Metalúrgico	Y. Stolik			
16	Ing. Metalúrgico	T. Porva			
17	Ing. Técnico de alto nivel.	E. Angulo		Sep. 83	Dic. 83
18	Técnica en Corrosión	M. Morales		Ene. 81	Dic. 83
19	Técnica en Corrosión	Z. Villareal		Ene. 81	Dic. 83
20	Técnica en Corrosión	I. Martínez		Ene. 81	Dic. 83
21	Técnico Medio	O. Dominguez		Ene. 81	Dic. 83
22	Técnico Medio	N. Trujillo		Ene. 83	Dic. 83
23	Técnico Medio	O. Díaz		Ene. 83	Dic. 83
24	Dibujante/Técnico	L.D. González		Ene. 81	Dic. 83
25	Secretaria	M. Rodríguez		Ene. 81	Dic. 83

OBSERVACIONES:

	PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO			FORMULARIO I-2
	INFORME SOBRE LA MARCHA DEL PROYECTO	Nº DEL PROYECTO CJB/77/004	ORGANISMO ONU/DI	PERIODO DEL INFORME Julio 1983 Marzo 1984

ACTIVIDAD DE CAPACITACION	DURACION	FECHA DE INICIACION (MES Y AÑO)	FECHA DE TERMINACION (MES Y AÑO)	NUMERO DE PARTICIPANTES		
				PROYECTADO	EMPEZARON	TERMINARON
Curso teórico y práctico sobre los métodos ultrasónicos de E.N.P.	2 meses	Sep. 83	Oct. 83	13	12	12
Seminario impartido en Guyana.	5 días	16 Oct. 1983.	20 Oct. 1983.	85	70	70

OBSERVACIONES:

ANEXO I

LA SUCEPTIBILIDAD A LA PICADURA
DE DIFERENTES ACEROS INOXIDABLES
ANTE EL JUGO DE CAÑA

RESUMEN:

En este trabajo se estudia la acción corrosiva del jugo de caña sobre tres aceros inoxidables. Los resultados muestran una alta resistencia a la corrosión generalizada en el jugo de caña para los tres aceros, motivado por la existencia de capas pasivas en la superficie de los nichos.

Los tres aceros mostraron susceptibilidad a la picadura, la presencia de titanio y molibdeno favoreció sustancialmente la resistencia a la corrosión picadura y amplió la zona pasiva de los aceros. El acero que presenta molibdeno y titanio se diferencia fuertemente del que sólo tiene titanio en ser más resistente a la formación de las picaduras, presentando igual tendencia al crecimiento de los nichos.

INTRODUCCION:

En los últimos años se ha incrementado el uso del acero inoxidable en los tubos intercambiadores de calor de la industria azucarera, aunque en Cuba su uso ha sido muy limitado; se han utilizado en la industria azucarera.(10)

aceros ferríticos al cromo.

aceros ferríticos al cromo con molibdeno y titanio.

aceros austeníticos al Cr-Ni con 18% de Cr y Níquel del 8-10%.

aceros austeníticos de alta aleación.

Un acero es clasificado como inoxidable cuando en su composición tiene más de un 11% de cromo (2) disminuyendo la corrosibilidad del mismo con el contenido de Cr, sin embargo, los otros elementos presentes en la aleación le ofrecen al acero características especiales, así, el níquel mejora la resistencia a la "stress corrosión" y el molibdeno (2) mejora la resistencia a la corrosión picadura en presencia de Cl^- fundamentalmente esta característica hace deseable la presencia de molibdeno en los aceros inoxidables que se utilicen en la industria azucarera, si ante el jugo de caña se manifiesta esta cualidad.

Se han desarrollado aleaciones de altos contenidos de Níquel, los llamados "High-Nickel-Alloys" que resisten el HCL ebulviendo (3) - y se utilizan en la construcción de tubos ebulidores con valores tan bajos como 0,5mm/año de velocidad de corrosión en concentraciones de HCL muy superiores a las utilizadas en la industria azucarera, pero su uso en el Central es realmente prohibitivo dado el elevado costo de este material.

DIFICULTADES DE SU USO

La industria azucarera cubana efectúa las limpiezas de sus equipos con HCl en concentraciones entre 1 y el 5% a temperatura de ebullición, en estas condiciones, el acero inoxidable se encuentra en la zona activa (4,5,6), esta zona se caracteriza por valores elevados de la velocidad de corrosión del acero inoxidable que pueden llegar a ser prohibitivos si las concentraciones de HCl no son muy bajas, implicando esto también limitaciones en cuanto a elevar la concentración de HCl cuando las incrustaciones se resisten a la limpieza, así el uso del acero inoxidable se ha unido a otros métodos de limpieza química, sin embargo, este aspecto puede resolverse favorablemente con el empleo de inhibidores de la corrosión (1) aceptables a la industria azucarera cubana.

Queda sin embargo un problema difícil, a los efectos de su selección, que es la característica de los aceros inoxidables de sufrir picaduras, estas no se presentan en las condiciones de limpieza, - ya que en éstas predomina la corrosión generalizada.

Además de las dificultades relacionadas del alto desgaste generalizado por el HCl al acero inoxidable, se reporta otra dificultad adicional motivada por la acumulación de iones Cl^- que puede permanecer en la incrustación (7) y producir corrosión de tipo cratiforme.

Otros autores (8) relacionan las picaduras con la presencia de Cl^- en los jugos, así existen dos vías para producir corrosión no uniforme en el acero inoxidable:

- a) Presencia de Cl^- en la incrustación
- b) Acción del jugo.

PROBLEMAS EXPERIMENTALES

La dificultad motivada por el desgaste generalizado por la acción del HCl puede resolverse con el uso de los inhibidores de corrosión producidos por el MMAZ, y además, los métodos experimentales existentes para el estudio del desgaste generalizado han permitido (9) el estudio comparativo de diferentes aceros inoxidable a los efectos de la selección de algunos de ellos.

Las dificultades aparecen en el estudio de la corrosión picadura; hasta el presente no se han reportado trabajos en la corrosión asucarera que no se limiten a la apreciación visual de picaduras en tubos de acero inoxidable; este método es sin duda el más sencillo como método, pero presenta dificultades experimentales serias:

- a) Dado el tiempo de duración que deben reportar los tubos, se requiere de tiempos de su fabricación del orden de los 10 años.
- b) El ensayo de exposición directa (a) no permite variar las condiciones del jugo, ya que se limita al jugo del caña.

Estas condiciones indican la necesidad de utilizar ensayos, acelerados de corrosión picadura para la elección de qué acero inoxidable presenta mejores posibilidades para unas condiciones dadas; este trabajo preliminar pretende ensayar una técnica que permita determinar favorablemente la resistencia a la picadura de diferentes aceros inoxidables para las condiciones de los jugos de caña.

2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

Para la realización de ensayos acelerados se han desarrollado dos vías fundamentales:

a) Someter las probetas en ensayo a medios corrosivos muy favorables a la formación de picaduras, existiendo una numerosa cantidad de estos medios (10).

b) Ensayos electroquímicos (11) en el mismo medio corrosivo.

La composición química de las soluciones a ensayar según a) se caracterizan por tener sustancias químicas que eleven el potencial de corrosión a la zona de pasividad (fuertes agentes oxidantes) y además contener iones Cl^- por su alto poder agresivo ante las picaduras, estas características, por supuesto, son muy diferentes de las condiciones prácticas y la validéz de las conclusiones que de éstas se derivan dependen de la extrapolación hecha.

Los ensayos electroquímicos, a pesar de realizarse sobre el mismo medio corrosivo tienen la característica común de variar el potencial de electrodo y así también se alejan de las condiciones reales, sin embargo, en principio es posible que en los puntos anódicos se alcancen diferentes valores del potencial del proceso anódico y la validéz del resultado dependerá de en cuánto el potencial de los sitios anódicos sobrepase el potencial de ruptura que aparece en los resultados experimentales. Por estas razones se ha decidido el uso del método electroquímico.

En este trabajo se estudia la utilización del método potenciográfico recomendado por Pourbaix(12) para el estudio de la corrosión picadura de los aceros inoxidables.

El tiempo de espera para las determinaciones en los diferentes potenciales fue de 5 minutos; el medio corrosivo fue el jugo extraído de la caña en un molino de laboratorio y adicionando formol para evitar el deterioro del jugo durante la experimentación, se midió el pH del jugo al inicio y al final de las experiencias y el potencióstato utilizado fue de EQ-40.

Los aceros ensayados fueron los siguientes:

Tipo	Composición en %			
	Cr	Mn	P	S
A18A10T	17-19	9-11	0.5-0.7	-
A17A13M2T	16-18	12-14	0.3-0.6	1.3-2.5
A18M9	17-19	9-10	-	-

RESULTADOS Y ANALISIS

En la Fig. 1 se presenta la curva potencioestática del acero X18H9 en jugo de caña, en la misma se observa una zona desde -150 hasta + 200 mv/SCE donde el acero inox. presenta una pasividad perfecta, estando el potencial de corrosión en esta zona, por ello puede -- afirmarse que la velocidad de corrosión generalizada de este acero es despreciable a las 200 mv. se presenta un crecimiento relativamente brusco en la corriente, que se debe a la ruptura de la capa pasiva, este potencial recibe el nombre también de potencial de picadura y por encima de él comienzan a presentarse las picaduras.

El hecho de que el potencial de ruptura se encuentre por encima -- del potencial de corrosión (como es de esperar) no implica que el acero X18H9 no se pique, ya que como se expuso anteriormente algunos sitios anódicos pueden sobrepasar el potencial de ruptura y -- ahí aparecer la picadura; solamente es posible afirmar categóricamente que el acero no se pica cuando el crecimiento de la corriente ocurre a valores igual o superiores al potencial de descarga del -- oxígeno ya que el proceso mismo de la descarga impide el aumento e- del potencial y por ende no existe la posibilidad de picadura; así mismo resulta más fácil la picadura en la medida que lo sea para - los sitios anódicos sobrepasar el valor del potencial de ruptura.

Es posible concluir categóricamente que el acero inoxidable X18H9 es susceptible a la picadura aunque el método no puede afirmar la aparición de las mismas.

En la figura 2 se presenta la curva potencioestática del X18H10T en jugo de caña realizada en iguales condiciones experimentales que - la del X18H9, la curva del X18H10T presenta una amplia zona de pasividad perfecta desde las -300 a las + 500 mv/SCE, valor donde aparece el potencial de ruptura y por encima de él aparecen las picaduras comparando los resultados de la figura 2 con la 1 se observa la mayor zona de pasividad perfecta, hecho éste que favorece al X18H10T - en cuanto a la susceptibilidad a la picadura y aunque susceptible a la picadura en las condiciones del jugo de caña lo es en menor medida - que el X18H9, pudiendo justificarse esta diferencia atendiendo a la presencia de titanio en el X18H10T que mejora la resistencia a la picadura.

La línea de puntos trazada en la figura 2 significa el retroceso de los valores del potencial que no coincide con la ida debido a que al formarse las picaduras por encima del potencial de ruptura el área anódica crece y se obtienen valores de corriente superiores para iguales valores del potencial, siendo precisamente ésta no coincidencia una reafirmación de la existencia de picaduras.

El valor del potencial donde la curva de ida y retorno coinciden recibe el nombre de potencial de protección; por debajo del cuál, aún cuando existan picaduras, estas no crecen y además no se forman nuevas debido a que la corriente de cortacircuito entre la picadura y otros puntos de la superficie es cero, por encima del potencial de protección si existen picaduras formadas, estas pueden crecer y a valores superiores a potencial de ruptura pueden aparecer y crecer las picaduras.

Los resultados para el X17H13M2T son representados en la figura 3, obtenida en iguales condiciones a los de las figuras 1 y 2.

La curva potencioestática del X17H13M2T presenta la zona más amplia de pasividad perfecta del orden de 1200 mV, mientras el X18H10T es de 800 mV, esta diferencia favorece al X17H13M2T; el potencial de protección es muy semejante y según las figuras 2 y 3 las diferencias fundamentales en estos dos aceros pueden encontrarse la mayor formación de picaduras en el X18H10T más que en el crecimiento de las mismas que debe ofrecer resultados semejantes, este mejor comportamiento puede deberse a la presencia de molibdeno (2).

CONCLUSIONES:

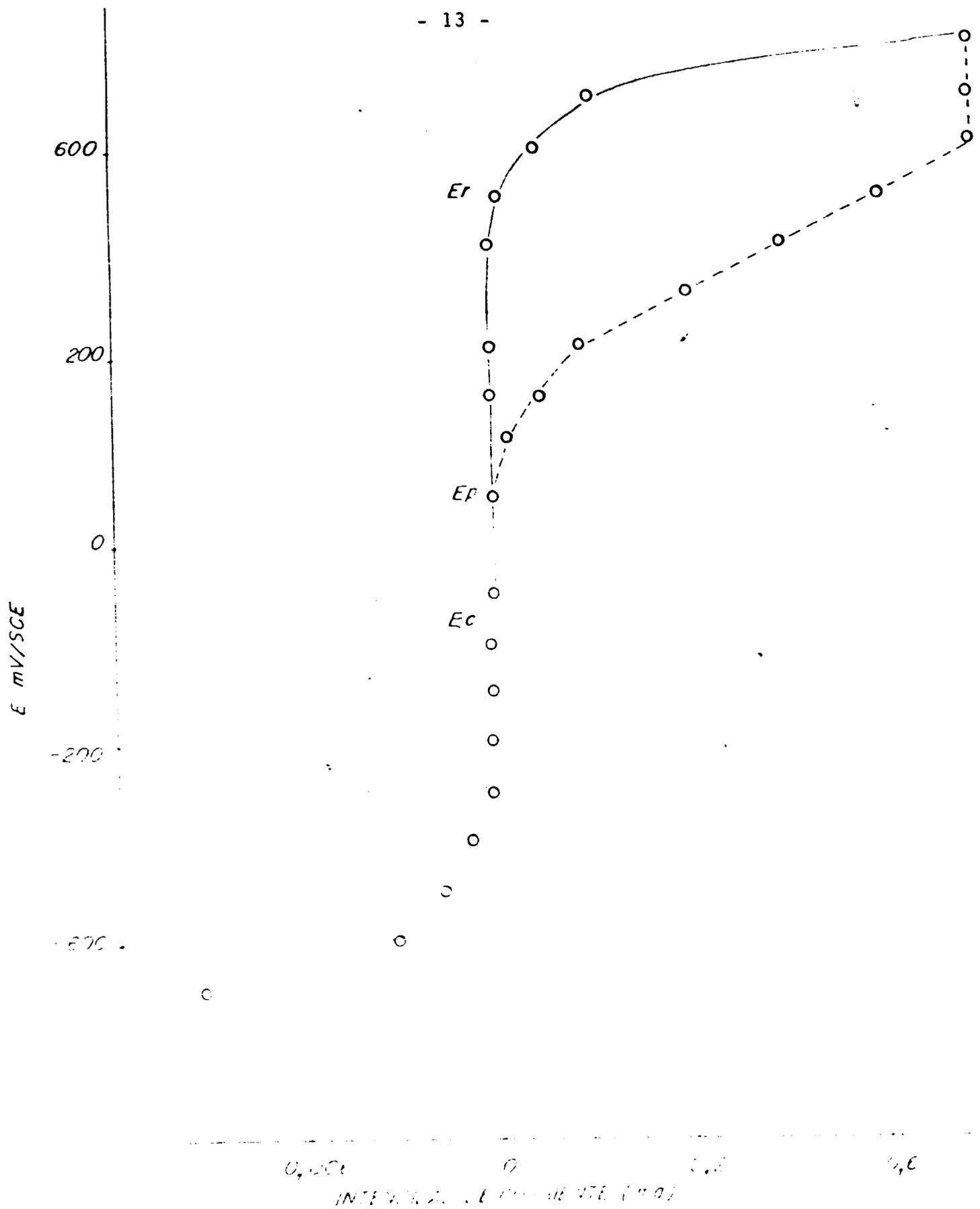
1. Los tres aceros ensayados presentan buena resistencia a la corrosión generalizada en el jugo de caña a $\text{pH}=5,5$.
2. Los tres aceros probados son susceptibles a la corrosión pica dura.
3. La zona de pasividad perfecta decrece según X17H13M2T, X18H10T y X17M9.
4. El contenido de titanio y molibdeno mejora la resistencia a la corrosión picadura de los aceros inoxidables en el jugo de caña.
5. Las diferencias fundamentales entre el X18H10T y el X17H13M2T en el jugo de caña radica en la mayor formación de picaduras del primero, más que en el crecimiento de las mismas, hecho que puede justificarse por la presencia de molibdeno en el se gundo.

RECOMENDACIONES:

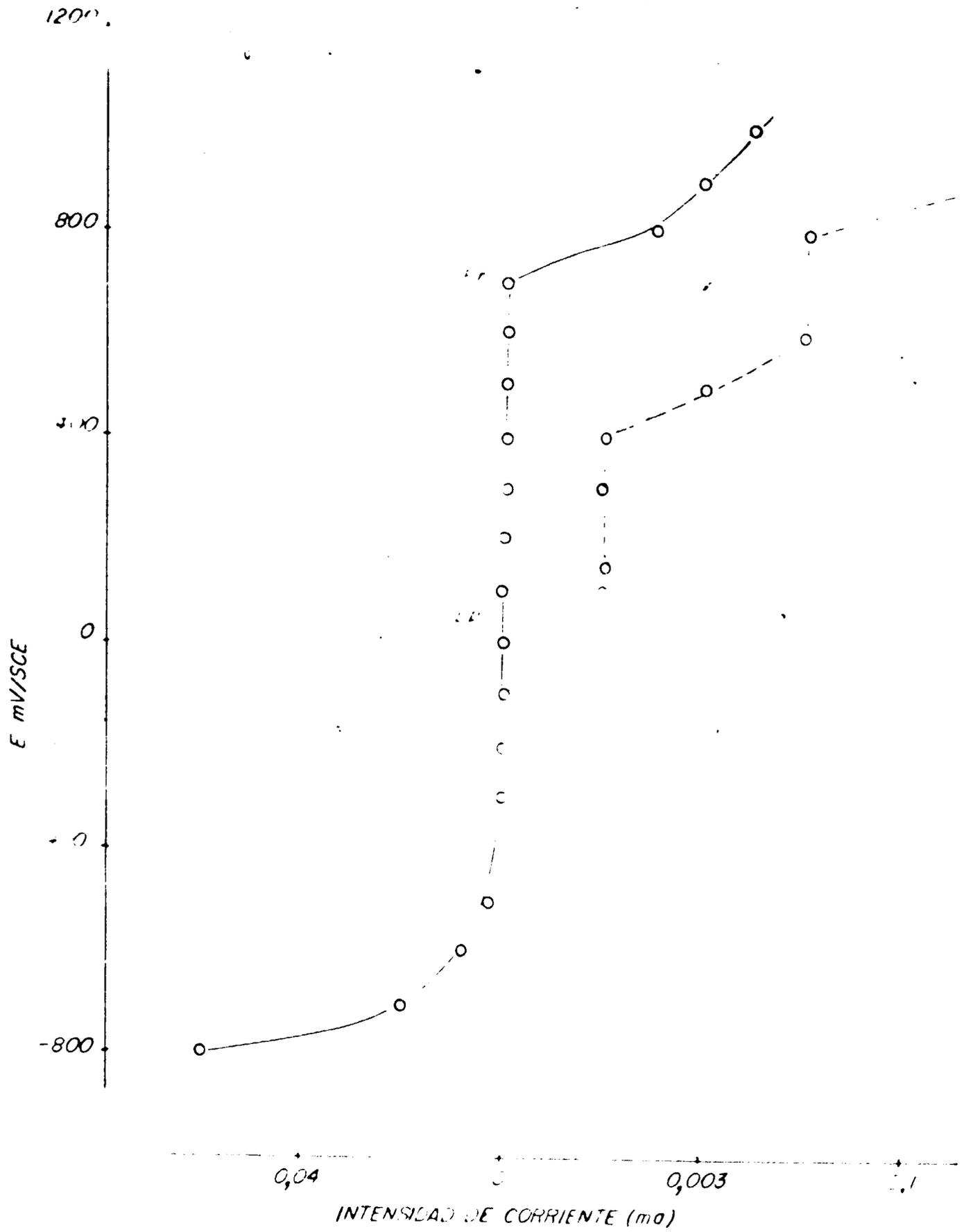
1. Debe extenderse el estudio realizado a diferentes condiciones de composición sobre todo variando la concentración de iones Cl^- .
2. Es necesario realizar este trabajo en las condiciones del ju go clarificado y en evaporadores.
3. Se recomienda la técnica probada para la selección de aceros inoxidables para la industria azucarera.

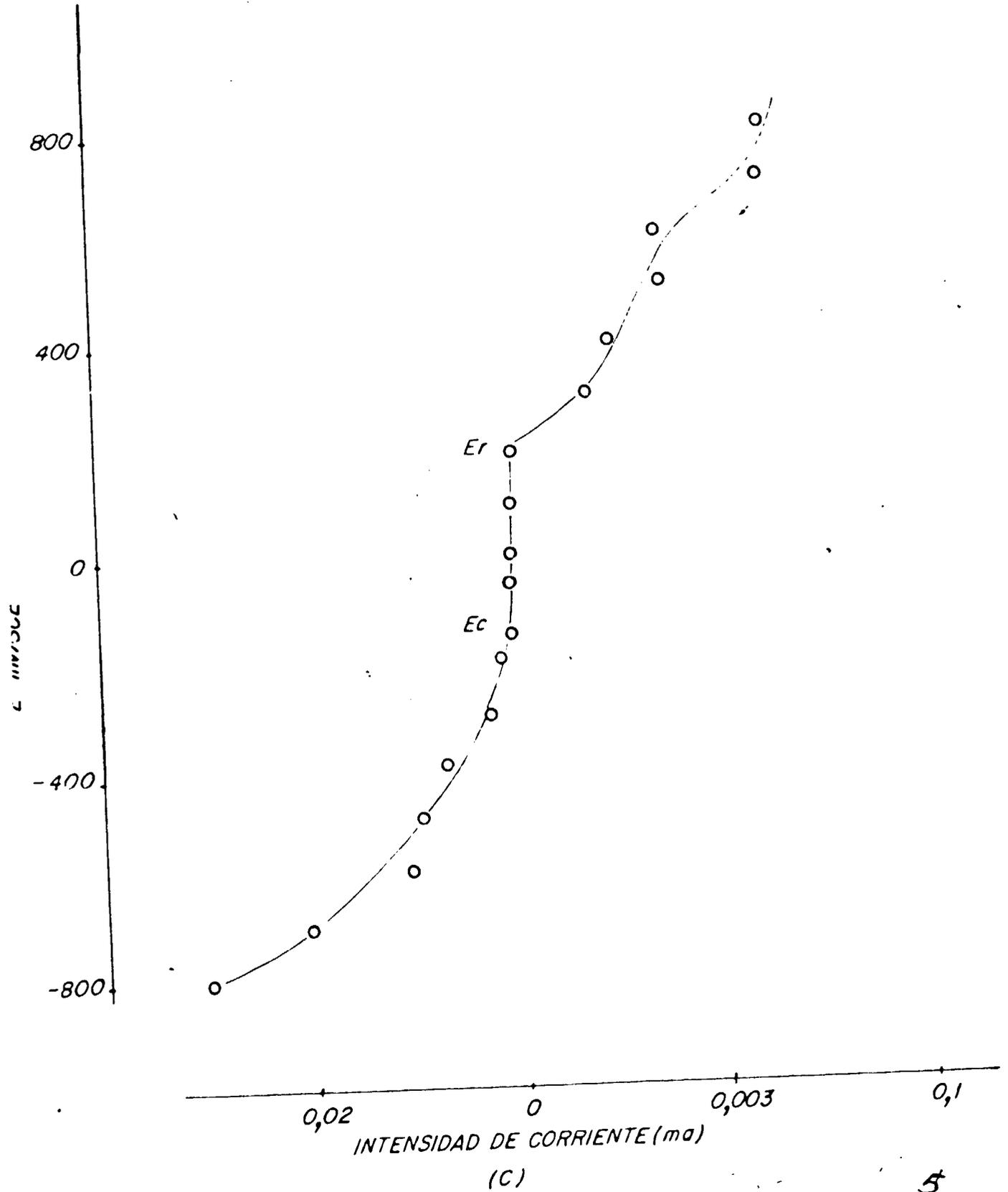
BIBLIOGRAFIA:

1. Heppner. J.H. Zuckerindustrie Vol 25 No.11 Nov. 1975 pp. 622-625.
2. Pitcher J.R. Chemical Engineering-Vol 83 No.25 November 1976 pp. 119-124.
3. Hughson R.V. Chemical Engineering Vol.83 No.25-November 1976 pp. 125-136.
4. Ceporo A. Informe presentado a la comisión de corrosión del IICIMAZ.
5. Quintero R. y Caro R. Uso a nivel industrial del Anticor-208 Informe Interno IICIMAZ 1977.
6. Dominguez J.L. Comunicación oral del grupo de corrosión del IICIMAZ.
7. Hale E. Sugar & Azúcar. Vol. 72 No.11 1977 pp.86-90.
8. Le Blanc L. Ind. Aliment. Agric. 1972 Vol.89 No.6 pp. 259-260.
9. Caro R. y Quintero R. Estudio preliminar del uso de aceros inoxidables en los evaporadores de la industria azucarera. Trabajo presentado en la 42 conferencia ATAC.
10. Almiñaque María del C. y Corvo F. Revista CHIC Vol.8 No.2 1977.
11. Pourbaix M. Corrosión Science. Vol. 14 No.1 January 1974 pp. 25-32.
12. Pourbaix M. Lectures on electrochemical corrosion. Plenum. Press New-York, 1973 pp. 244.



Curvas electroquímicas de aceros inox. en jugo mezclado
A: X18H10T B: X17H13M2T C: X1749





ANEXO II

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA SELECCION
Y USO DE ACEROS
EN LA CONSTRUCCION DE EVAPORADORES

RESUMEN:

En este trabajo se estudia el comportamiento corrosivo de diferentes muestras de aceros comerciales en las condiciones de los evaporadores de la Industria Azucarera.

Como resultado del mismo se determina qué acero, de los estudiados debe ser empleado para la construcción de las placas de dichos equipos.

Se prueba además que con el uso de inhibidores es posible el uso de tubos intercambiadores de calor de algunos aceros comerciales, con tiempos de vida útil razonables.

INTRODUCCION:

Bajo el nombre genérico de aceros al carbono se está vendiendo usando materiales con características aparentes similares en la construcción de los evaporadores y de la maquinaria sucrocera en general; no obstante, esta similitud en las propiedades mecánicas de los aceros, no debe ser extrapolada a sus características corrosivas que pueden variar considerablemente de unos a otros.

El objetivo de este trabajo es conocer los estudios para la selección de los aceros que deben ser usados en la construcción de los evaporadores teniendo en cuenta que es el desgaste corrosivo la causa del deterioro de los mismos y considerando que el costo de estos diferentes aceros no varía significativamente de uno a otro.

Este trabajo se enmarca dentro de una estrategia global dirigida hacia la selección de materiales de construcción para la industria sucrocera con el fin de reducir el tiempo de vida de una instalación por equipo que sea equivalente a una similar económica debido a la gran cantidad de instalaciones que se están poseo.

En el ámbito sucrocero internacional, el mayor énfasis en los estudios realizados sobre la corrosión del acero en los evaporadores ha sido hecho de el desgaste producido por los jugos (1,2). Una jugo de leche de la estienda (3) que el acero 1-2 disminuye su velocidad de corrosión del primer al quinto efecto; disminuyendo este efecto a la mayor temperatura del mismo y a la naturaleza de las instalaciones, entre otras causas.

La situación de los evaporadores en Cuba, difiere de la situación encontrada internacionalmente ya que el ciclo de limpieza y el agente utilizado en los mismos, hacen que el desgaste provocado en este período sea mucho más importante que el producido por el jugo; se ha investigado por eso, la posibilidad del uso de diversos inhibidores para disminuir el desgaste producido por el ciclo de las limpiezas (4,5).

Por otra parte, en la literatura se ha reportado el efecto de la composición del material sobre la velocidad de corrosión de diferentes aleaciones (6). Específicamente, dentro de los aceros al carbono se ha obtenido un aumento en el desgaste corrosivo de los mismos frente a soluciones ácidas al aumentar el contenido de carbono (7,8), concluyéndose que este aumento es debido al aumento en la fase grafitica y se hace más evidente con la aparición de la cementita a las mayores concentraciones de carbono.

Este efecto del contenido de carbono también ha sido reportado en los aceros inoxidable (9).

En los centrales azucareros se ha dado poca importancia al efecto de la composición del acero utilizado en la fabricación de las placas de la calandria y el cuerpo de los evaporadores utilizándose indistintamente cualquier acero al carbono por lo que es evidente la necesidad del estudio de la influencia de la composición y las características del acero sobre el desgaste corrosivo producido en estos equipos por el ácido de las limpiezas y por los jugos con vistas a la selección de los materiales idóneos para la construcción de los mismos.

MÉTODOS EXPERIMENTALES:

En la determinación de la velocidad de corrosión se utilizó el método gravimétrico, clásico con probetas de los diferentes aceros de 5 X 2 X 0,2 cm, con un orificio para ser suspendidas en la solución y con una relación de 25 ml de solución por cada cm^2 de área expuesta.

Algunos datos acerca de la composición química de los cuatro aceros utilizados aparecen en la tabla I.

Los ensayos a temperaturas elevadas se realizaron en balones, con condensadores acoplados para evitar las pérdidas por evaporación, los reactivos fueron de grado analítico y el agua destilada.

Las mediciones de corrosión galvánica se realizaron cortocircuitando las probetas de acero con porciones de tubos de cobre con áreas aproximadas de 300 cm^2 a través de un microamperímetro de resistencia despreciable durante una hora, determinándose gravimétricamente el desgaste sufrido por las muestras de acero.

RESULTADOS Y DISCUSION:

Al determinarse la velocidad de corrosión de estos cuatro aceros en HCl al 3 y 1% a temperatura de ebullición se obtuvo una diferencia notable entre los mismos, según puede verse en la tabla II. Adicionalmente se muestran las velocidades de corrosión de algunos de estos aceros en presencia del inhibidor Anticor 200 a una concentración de 0.4 g/l. Para ambas concentraciones de ácido el acero II muestra el mejor comportamiento mientras el I muestra los valores mayores de velocidades de corrosión, teniendo desgastes 5 veces mayores que los del II; esta diferencia también se pone de manifiesto en presencia del inhibidor.

En la figura 1 se reporta el efecto del inverso de la temperatura sobre la velocidad de corrosión en los aceros con velocidades de corrosión extremas mostrándose que la diferencia apuntada anteriormente a temperatura de ebullición se mantiene en todo el rango de temperaturas estudiado. El paralelismo de estas curvas, y los valores de energías de activación aparente obtenidas de las pendientes de las mismas (entre 15,0 y 15,5 kcal/mol) indican la similitud de los mecanismos de la corrosión en ambos aceros lo que concuerda con lo reportado en la literatura (6).

En la figura 2 aparece la dependencia de la velocidad de corrosión de estos aceros con el pH, notándose que a pH neutros y alcalinos, también el acero II presenta el mejor comportamiento, aunque estos resultados deben tomarse con ciertas reservas debido a que los bajos valores de la velocidad de corrosión, hacen que su determinación gravimétrica se realice con errores más importantes que en medios ácidos.

Como se ha señalado, la causa fundamental del deterioro en las placas de los evaporadores, es la presencia del par galvánico en la unión con los tubos de cobre (10); para simular este efecto se sometieron los cuatro aceros estudiados a la acción corrosiva del HCl 3% a temperatura de ebullición, en contacto con tubos de cobre para una relación área catódica/área anódica entre 90 y 100, los resultados aparecen en la figura 3, y otra vez el acero II exhibe el mejor comportamiento, mientras el I resulta el de mayor desgaste.

Por otra parte se ha reportado que cuando la solución ácida está en contacto con cobre metálico, sobre la superficie del acero aparece una capa de cobre que lo protege contra la corrosión (11), por este motivo se sometieron los aceros a la acción del HCl 3% a temperatura de ebullición, en presencia de un tubo de cobre en la solución; los resultados aparecen en la figura 4. Como se observa las velocidades de corrosión son menores que en ausencia de cobre. Una vez más el acero H se comporta mejor aunque las diferencias han disminuido; el acero N, que presenta el peor comportamiento, sufre un desgaste sólo tres veces superior.

Aunque el desgaste producido por el jugo es menor importante que el debido al ácido en los evaporadores, un análisis completo debe incluir el desgaste frente a este agente corrosivo con el que se mantiene más tiempo en contacto el evaporador; además, el uso de inhibidores de la corrosión ácida durante las limpiezas hace de la corrosividad de los jugos un factor con mayor importancia relativamente. En la figura 5 aparecen los desgastes producidos por unidad de área expuesta por el jugo alcalizado del central "Pablo Noriega", a tres de estos aceros sometidos a la acción del mismo durante 100 y 500 horas respectivamente, obteniéndose que tienen un comportamiento corrosivo similar frente a este fluido fabril. El aumento del desgaste al quintuplicarse el tiempo de exposición no se corresponde con el aumento en el tiempo, lo que indica que, en presencia del jugo alcalizado, estos aceros crean una capa de productos superficiales que retardan el ataque subsiguiente del líquido, hecho éste comprobado visualmente. Es de destacar que durante estos tiempos de exposición no se observaron picaduras, ni ningún tipo de localización de la corrosión, aunque una conclusión definitiva en este sentido requiere de un estudio más detallado.

Con los resultados expuestos hasta aquí es indudable que puede concluirse que el acero para la construcción de las placas y los cuerpos de los evaporadores debe tener características similares a las del acero denominado aquí H.

Pero las posibilidades del uso de acero en la construcción de los evaporadores puede ser aún más amplia y extenderse al empleo de tubos intercambiadores, en sustitución de los de cobre que actualmente se utilizan cuyo costo es cerca de diez veces superior, con

siderando el gran número de centrales existentes en Cuba, esta diferencia en costos haría que el uso de aceros en los tubos provocara un ahorro astronómico en divisas.

Es obvio que sin el uso de inhibidores, la utilización de acero sería riesgosa por la violencia del ataque corrosivo del ácido, no obstante, con el uso de inhibidores esta posibilidad se acerca notablemente a la realidad. En la figura 6 aparece la duración de los tubos de los aceros H y N en función del grado de protección () del inhibidor definido como las veces que disminuye la adición del mismo la velocidad de corrosión del metal. Para la construcción de estas curvas se ha acumulado:

- zafras de 150 días.
- limpiezas de 2 hors. cada 10 días (30 hrs) con HCl 3% a temperatura de ebullición.
- desgastes debido al jugo de $0.4 \text{ gr/m}^2 \text{ hr}$ (superiores a los encontrados en este trabajo).
- Grosor inicial de las paredes de 4 mm.
- Grosor final permisible 2 mm.

Es innegable que con el uso de inhibidores, la utilización de tubos de aceros del tipo H es un hecho factible, teniendo en cuenta los criterios conservadores asumidos para la construcción de la curva. En este caso, con el uso de inhibidores más eficientes, el desgaste producido por el jugo comienza a jugar un papel más importante y la posibilidad de utilizar aceros levemente aleados, que disminuyan este desgaste podría significar un aumento en el tiempo de vida útil.

CONCLUSIONES

- 1.- De los aceros al carbono estudiado, el H presenta mejor comportamiento ante la corrosión en HCl en todo el rango de temperatura analizado; a pH neutros y alcalinos; en ausencia y en presencia de cobre metálico en contacto con la solución y ante la corrosión galvánica junto al cobre.
- 2.- Las diferencias en el desgaste provocado por el jugo alcalinado en estos aceros no son notables y la velocidad de corrosión disminuye con el tiempo.
- 3.- Con el uso de inhibidores, es recomendable el empleo de aceros con características similares a las del H en los tubos intercambiadores de los evaporadores de las fábricas de azúcar, al menos desde el punto de vista de la corrosión generalizada.

RECOMENDACIONES:

- 1.- Utilizar aceros similares al H para la construcción de las placas y los cuerpos de los evaporadores.
- 2.- Si se dispone de inhibidores de la corrosión ácida del acero pueden utilizarse tubos de aceros similares al H en sustitución de los de cobre actualmente empleados.
- 3.- Los datos acerca de la composición de los aceros estudiados no son suficientes para una identificación completa de los mismos por lo que no es posible la recomendación de aceros específicos sin el conocimiento de los contenidos en otros elementos aleantes importantes y de la estructura metalográfica que poseen los mismos por lo que es recomendable el estudio de estos aspectos en los aceros estudiados.
- 4.- Continuar los estudios en la búsqueda de inhibidores más eficientes.
- 5.- Realizar un estudio más amplio de la corrosión provocada por el jugo en diferentes aceros, teniendo en cuenta los efectos de:

la temperatura
la velocidad del jugo
el Ex.
etc.

Considerando que el desgaste provocado por el jugo cobra mayor importancia con el uso de inhibidores eficientes.

- 6.- Realizar estudios sobre la corrosión picadura y resistencia a la misma de los aceros al carbono en las condiciones de trabajo.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- R. Sandrinelli; G. Mezzali. "Contribución al Estudio de la Corrosión de los tubos para los evaporadores Kestner para ingenios de azúcar" Boletín Técnico Finsider No. 307 Agosto-Sep. (1972).
- 2.- G. Trabaneli, G. Mantovani and F. Zucchi. " Corrosión Control in the Beet-Sugar Industry " Sugar Technology Review 4 (1976/1977) p. 131.
- 3.- R. Caro, R. Quintero. "Corrosión del Acero CT-3 en Distintos Productos Azucareros" Informe Interno ICMAZ (1976).
- 4.- R. Montejo, C. Fumero, H. Shimbor, V. Ledov. kjj. Cuba-Azúcar Julio-Sep. (1977) p.8.
- 5.- Cabrera G, Ramos Q., Pérez J. Sto. Tomás J. Cuba Azúcar Abril Junio (1977) p.13.
- 6.- H.D. Tomashov. Theory of corrosion and Protection of Metals. Ed. Rev. La Habana (1971). p. 523.
- 7.- A.A. Abdull Azim and S.H. Sanad. Corros. Sci. 12,4 (1972) p. 337.
- 8.- A.A. Abdull Azim and S.H. Sanad. Corros. Sci. 12,4 (1972) p. 313.
- 9.- Michael A. Streicher. Corrosión 29, (1973).
- 10.- R. Caro, J. Bango, R. Quintero "Algunas consideraciones sobre sustitución de tubos de cobre en los evaporadores de las fábricas de azúcar. Informe Interno ICMAZ.
- 11.- R. Matos, I. Tillán. "Corrosión Acida del par cobre-acero" Dirección Inf. Cient. Téc. Univ. Oriente (1980).

TABLA N.º 1

COMPOSICION DE LOS ACEROS ESTUDIADOS (Valores en %)*

ACERO	C	SI	Mn	NI	Cr
H	0,12	0,03	0,4	0,2	0,05
M	0,17	0,03	0,4	0,2	0,05
P	0,14	0,03	0,4	0,2	0,05
N	0,15	0,03	0,4	0,2	0,05

*** RESULTADOS OBTENIDOS POR EL DPTO TECNICO DEL CIME.**

TABLA N.º 2

VELOCIDADES DE CORROSION DE LOS DIFERENTES ACEROS EN HCl A TEMPERATURA DE EBULLICION EN gr/m^2h .

ACERO	HCL 3%		HCL 1%	
	SIN ANTICOR 208	CON ANTICOR 208 0,4 gr/l	SIN ANTICOR 208	CON ANTICOR 208 0,4 gr/l
H	342,7	46,6	143,4	23,4
M	783,8	75,7	427,5	—
P	1044,1	—	299,0	—
N	1816,5	141,0	604,5	57,1

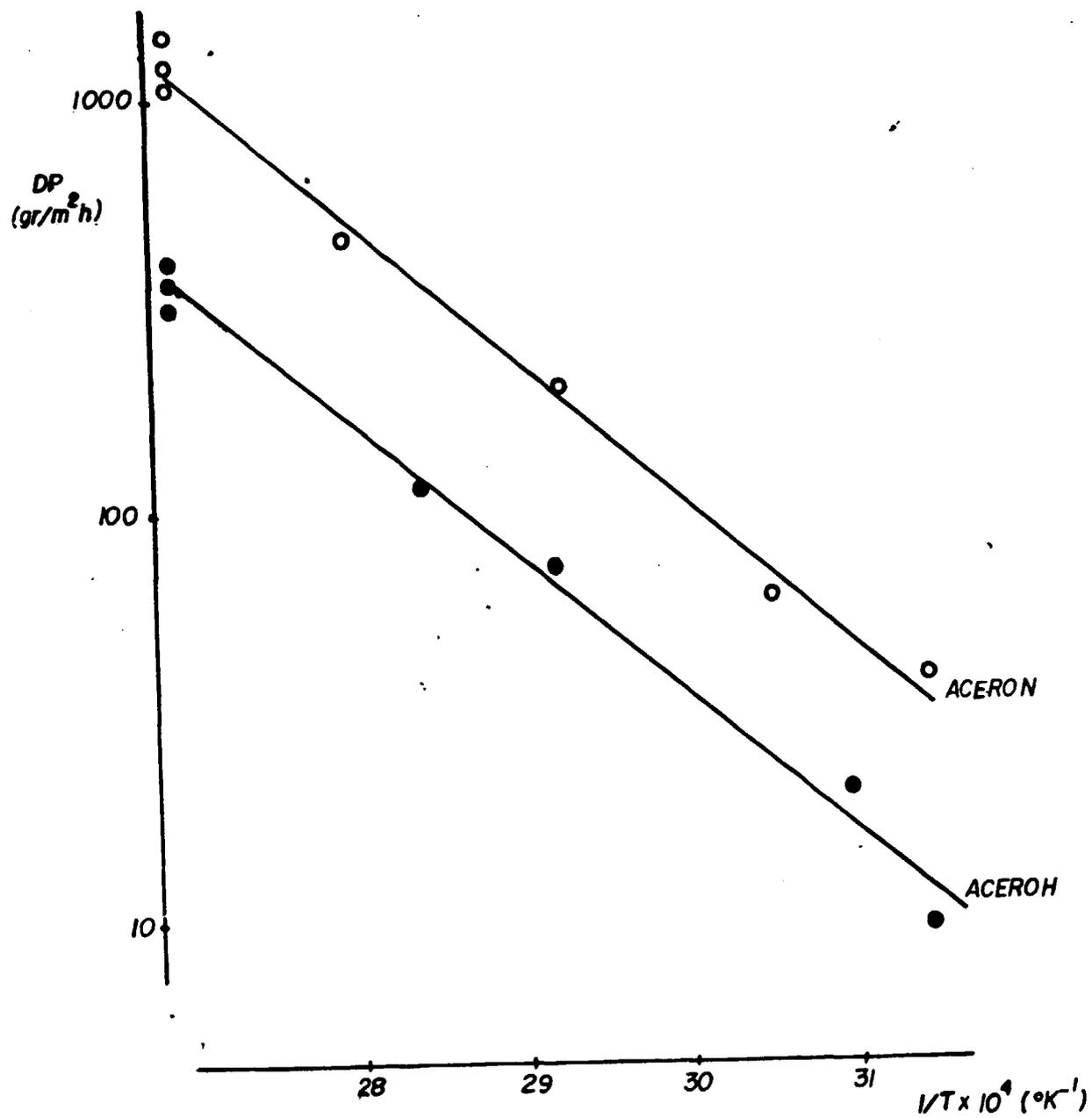


Fig.1- Dependencia entre la velocidad de corrosion y el inverso de la temperatura en dos de los aceros estudiados en HCl 3%.

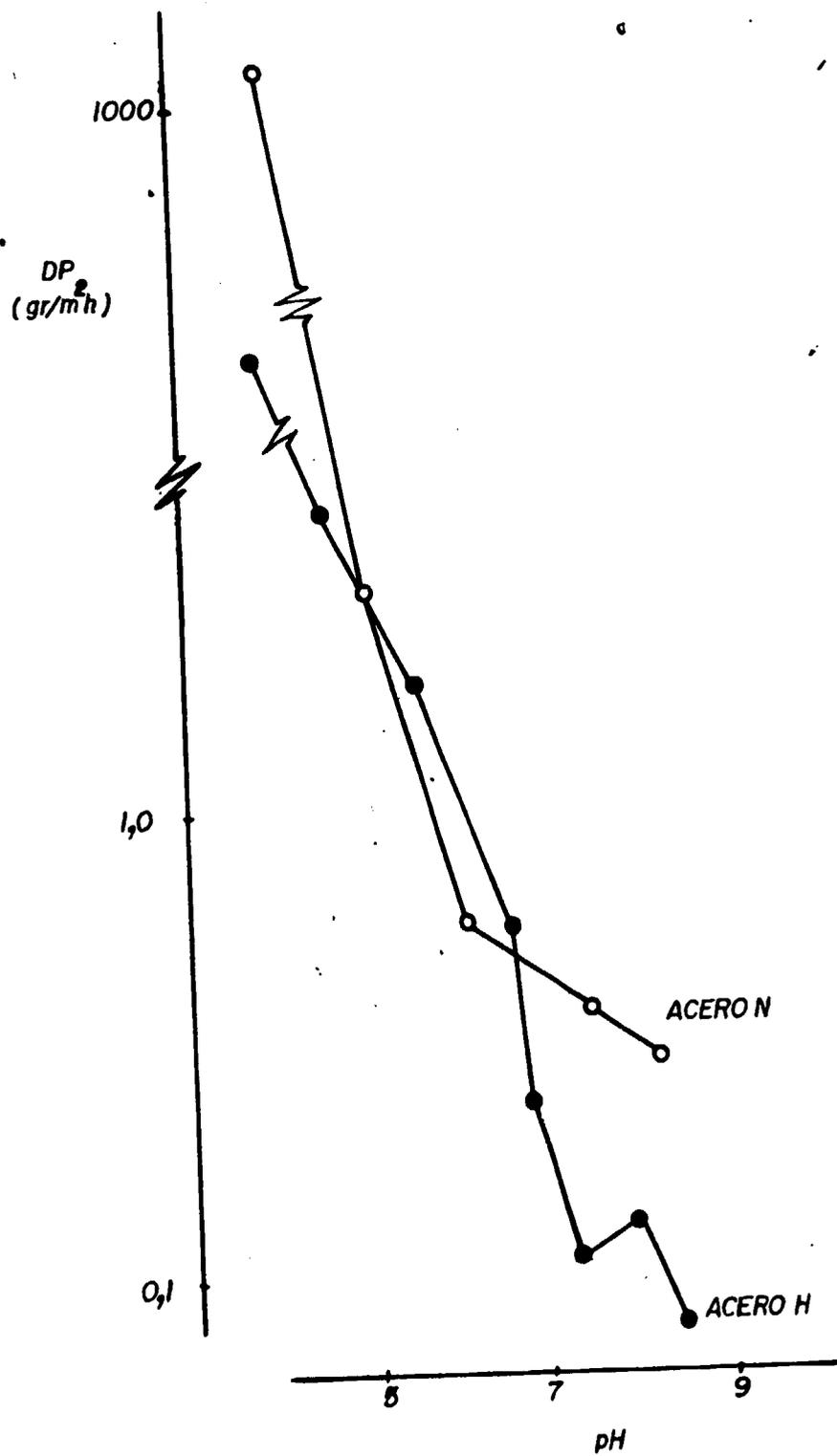


Fig. 2.- Influencia del pH sobre la velocidad de corrosión en dos de los aceros estudiados a temperatura de ebullición y $[Cl^-] = 0,82 N$.

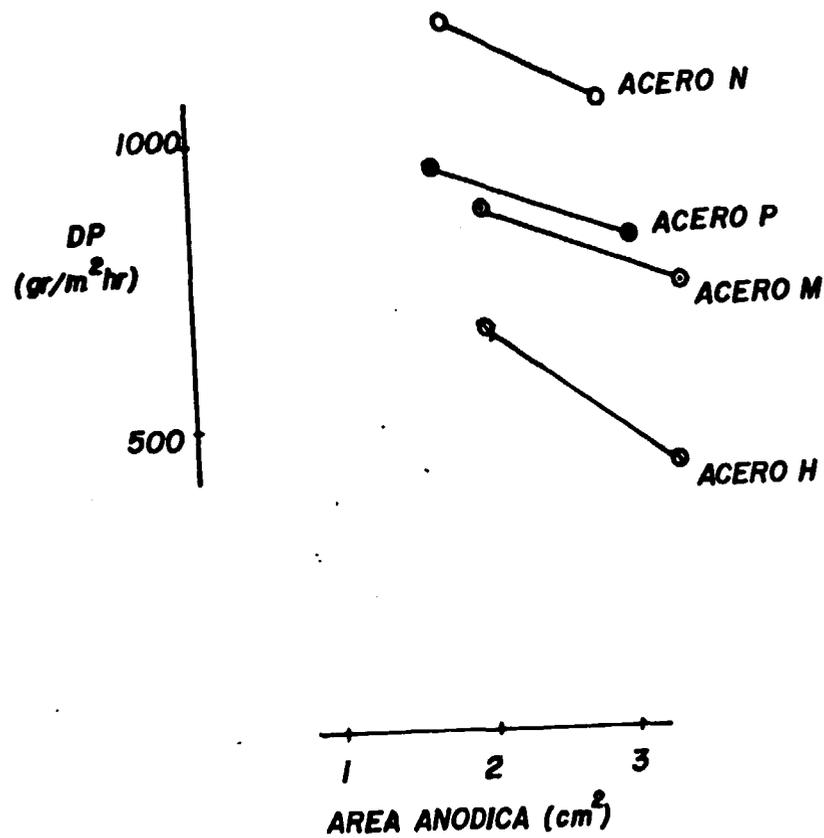


Fig. 3 - Relación entre la velocidad de corrosión del acero en contacto con cobre (300cm^2) y el área expuesta del mismo en HCl 3% a temperatura de ebullición.

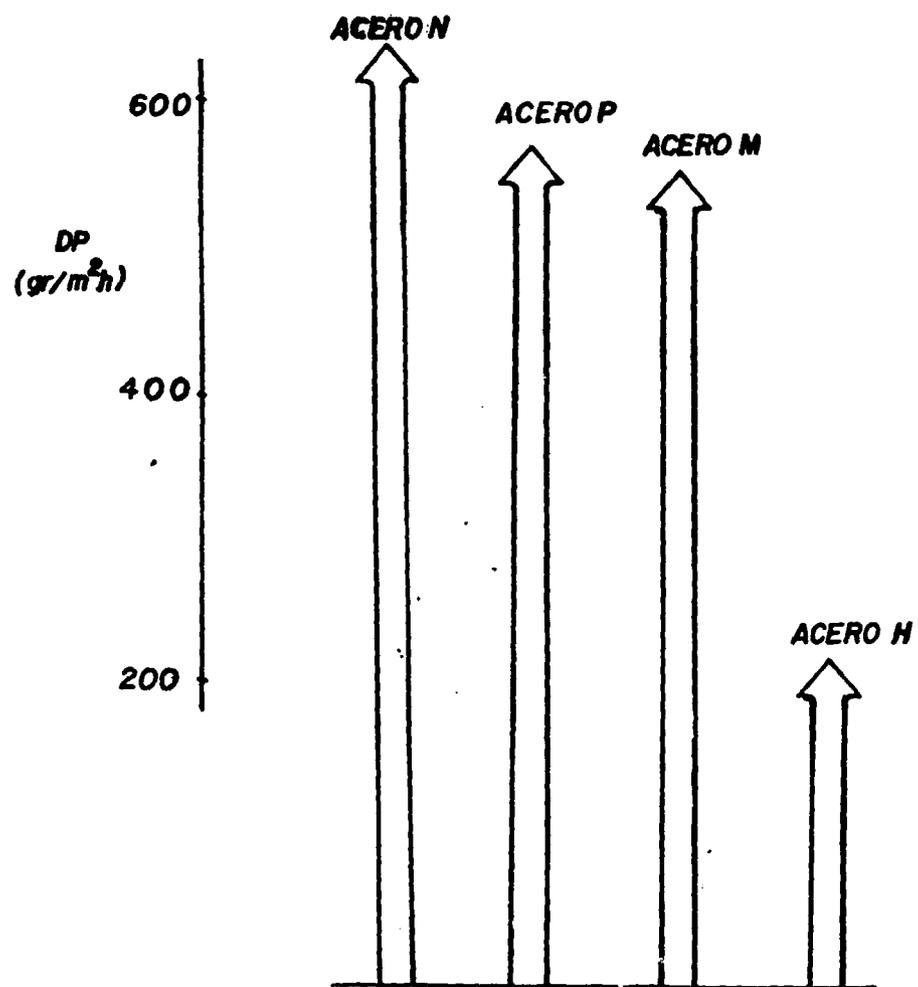


Fig. 4.- Velocidad de corrosión de los diferentes aceros en HCl 3% a temperatura de ebullición cuando la solución estaba en contacto con cobre metálico.

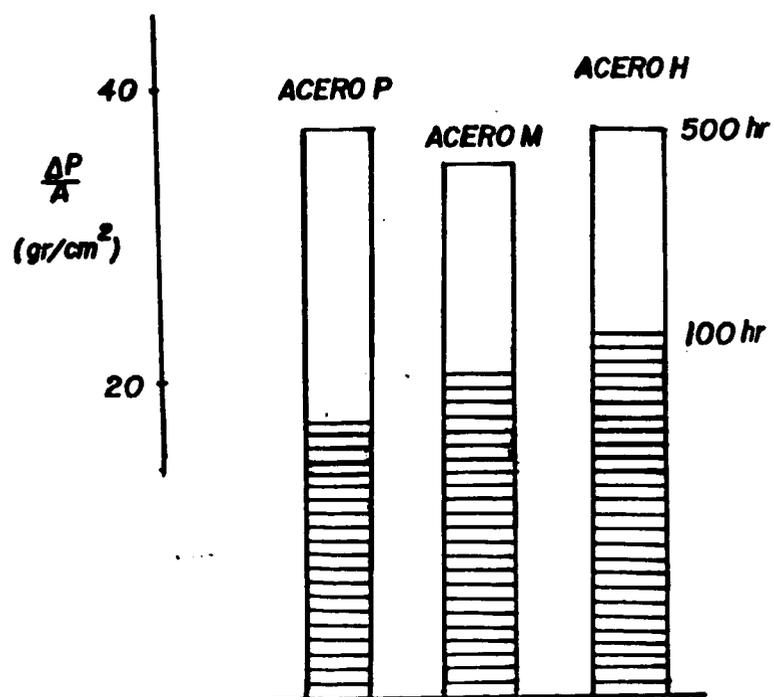


Fig.5- Desgastes producidos por el jugo alcalizado del Central "Pablo Noriega" en diferentes aceros durante 100 y 500 horas.

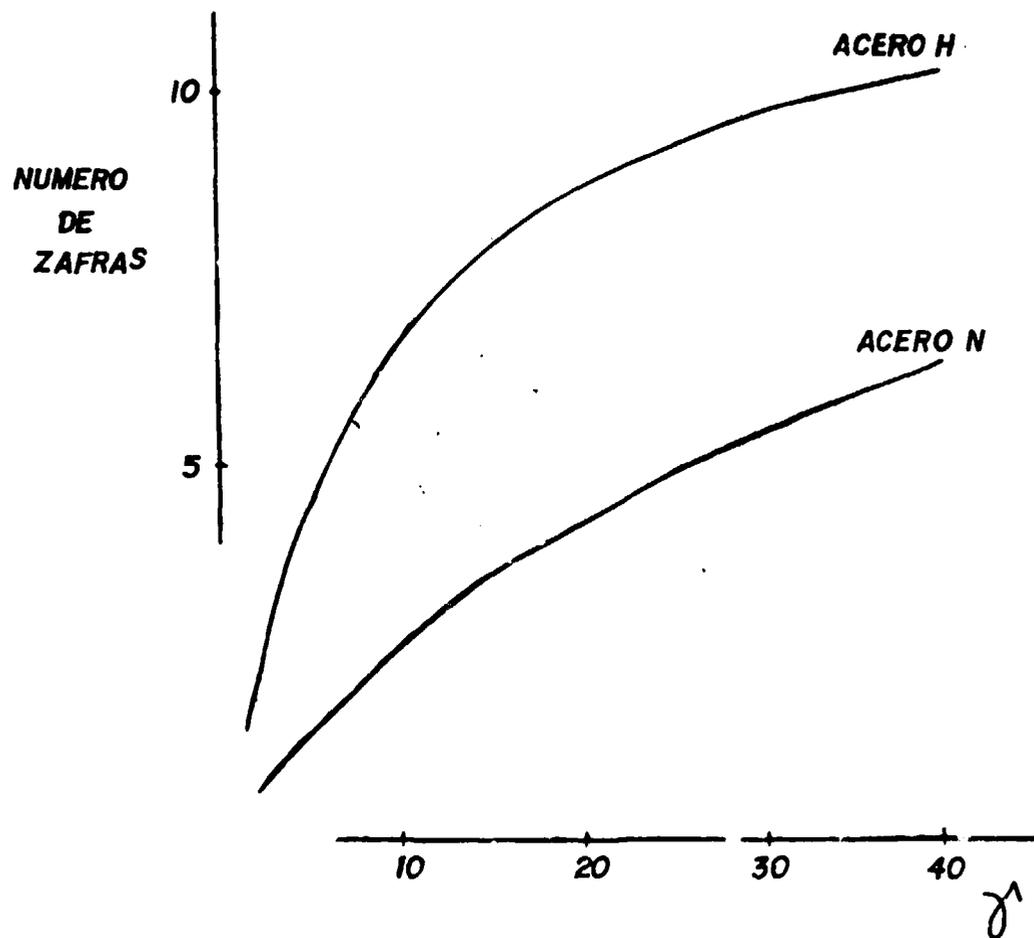


Fig. 6- Duración de tubos de aceros en función del coeficiente de protección de los inhibidores utilizados en las limpiezas.

ANEXO III

LA PINTURA COMO METODO ANTICORROSIVO
EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

INTRODUCCION

El hierro y el acero tienen un peso considerable en la industria azucarera como materiales de construcción de maquinarias, aparatos y equipos. Durante el proceso de producción en las fábricas de azúcar estos metales se someten a intensa destrucción debida en gran parte al desgaste corrosivo.

La literatura refleja el resultado de diversos trabajos, sobre todo en los últimos años, en los cuales por diferentes métodos de determinación del hierro en productos azucareros se ha demostrado que la eliminación de dicho metal es notable, inclusive en los límites de una campaña azucarera.

Caro y sus colaboradores (1) demostraron que el metal se diluye grandemente, alcanzando valores muy altos de dilución en el proceso de evaporación. En los evaporadores el ataque es provocado, además, por el régimen de limpieza a que son sometidos estos aparatos al ser tratados consecutivamente con ácido y álcalis a elevadas temperaturas; existiendo también en sus calandrias áreas de corrosión por polarización al formarse pares galvánicos entre las placas de hierro y las tuberías de cobre.

En la actualidad se emplean con éxito diversos métodos de protección contra la corrosión de las superficies y piezas metálicas, uno de los cuales consiste en el aislamiento relativo de la superficie metálica protegida del medio agresivo por recubrimientos plásticos, metálicos, orgánicos e inorgánicos no metálicos. La efectividad del trabajo de un equipo o una pieza en mucho depende de la efectividad del sistema de protección contra la corrosión, tanto durante su explotación como durante su manufactura, transporte y montaje (2).

El método de protección por medio de recubrimientos orgánicos (pinturas específicamente) es muy conocido, aunque en muchas ocasiones se emplea sin tenerse plena conciencia de sus beneficios, llegándose inclusive, con una mala aplicación, a anular su efectividad.

Shah, Sondhi y Aren (3) analizaron en su trabajo "Resistencia a la Corrosión de Materiales de Construcción Nuevos y Convencionales" no sólo las causas de la corrosión en la industria azucarera, sino que también recomiendan algunos métodos de protección de los equipos por métodos convencionales y con la ayuda de nuevos materiales y recubrimientos superficiales.

Para medios muy agresivos, que es el caso de los evaporadores, se emplean con éxito pinturas anticorrosivas de base epoxidica (3, 4, 5).

A la hora de seleccionar un recubrimiento para protección superficial contra la corrosión es necesario que este cumpla las siguientes condiciones:

1. Que después de aplicada, la película reporte buena adherencia y que esta se mantenga en el transcurso del tiempo. Las causas principales para que se produzca la adherencia en las películas de pintura sobre el metal son las siguientes:
 - a) La adherencia reportada entre el metal y la película de recubrimiento que depende exclusivamente de la naturaleza del metal y la naturaleza química de la película.

1.2 El enlace o anclaje mecánico conseguido que depende de la rugosidad de la superficie metálica.

2. Que sea impermeable al paso de los agentes capaces de producir la corrosión del metal -aislamiento metal: medio circundante. Uhlig considera más estrechamente esta cuestión, expresando: "Debe proporcionar una buena barrera al vapor" (6).

Casi la totalidad de las pinturas modernas son en algún grado permeables al agua y al oxígeno. Unos vehículos son menos permeables que otros; pero su mejor comportamiento como barrera de difusión sólo se consigue a base de aplicar capas múltiples, bien adherentes, que sellan con efectividad los poros y otros defectos. Las vías de difusión a través de una película de pintura aumentan cuando se añaden pigmentos.

3. Que la propia película sea resistente a la corrosión. Uhlig expresa esto de la forma siguiente:

"Debe inhibir contra la corrosión". Las capas primarias de un sistema de recubrimientos por pintura deben contener pigmentos inhibidores eficaces, que sean lo suficientemente solubles como para aportar los iones inhibidores para reducir la velocidad de corrosión. Estos iones deben aportarse en una concentración mínima necesaria, cuidándose además de no disminuir demasiado la concentración de iones inhibidores dentro de la película.

4. Estabilidad y durabilidad en las condiciones de explotación.
5. Índices económicos positivos cuando se cumplan las condiciones anteriores.

Como se plantea en el punto 1.º las películas secas de pintura no son realmente impermeables, por esa razón su espesor ha de ser un factor importante. Prácticamente los distintos espesores de película no se consiguen aplicando una sola tipo pintura de pintura, sino que se establece un sistema de capas superpuestas de pinturas de distintos tipos, teniendo cada una un determinado espesor.

Generalmente estos sistemas están constituidos por los siguientes tipos de pinturas:

1. Pinturas anticorrosivas de imprimación o primario.

Su misión es preparar la adherencia de todo el sistema de pintura a la base metálica, inhibiéndola a la vez de la corrosión. Ellas se aplican directamente sobre la superficie metálica limpia.

2. Pinturas de fondo.

Su misión esencial es la de establecer un enlace entre la imprimación y el acabado, aumentando el espesor del sistema en conjunto. Esta pintura de fondo puede estar constituida por una o dos capas de pintura de imprimación o pintura de acabado y otra pintura de formulación especial.

3. Pinturas de acabado.

La principal de sus misiones es defender al sistema de la acción de los agentes externos, cumpliendo además con las exigencias de decoración, funcionalidad, etc.

En la realización práctica de los trabajos de protección de las superficies metálicas contra la corrosión por medio de sistemas de pintura, gran importancia revisten las condiciones físicas de las superficies y su grado de preparación.

Para limpiar y preparar la superficie se han ensayado y se practican múltiples métodos que se seleccionan teniendo en cuenta los siguientes factores:

- a) Naturaleza química del sustrato.
- b) Estado de la superficie metálica.
- c) Sensibilidad del sistema de pintura.
- d) Forma de la superficie
- e) Aspecto económico.

Alfred Clift al respecto expone: "Es verdaderamente exacto afirmar que las más importantes contribuciones aportadas durante los últimos 10 años al progreso cualitativo de la buena protección del acero, insisten sobre el hecho, ahora bien reconocido, de que la superficie debe estar limpia y bien preparada antes de recibir la capa de pintura. La técnica de la protección del acero ha recorrido un largo camino antes de llegar a este punto".

Muchos autores han publicado sus experiencias sobre el tratamiento superficial de objetos metálicos a proteger. Cannegieter (7) en su trabajo cita los que han realizado autoridades en el campo de la protección por recubrimientos orgánicos como son Kancutt y Hudson en los que se comparan los resultados obtenidos en la efectividad del recubrimiento, cuando se han empleado diferentes métodos de pretratamiento superficial.

La sensibilidad de los sistemas de pintura al tratamiento preparatorio es bastante variada; pero es bien cierto que las pinturas modernas en la mayoría de los casos, no dan los buenos resultados de que son capaces, a menos que el tratamiento haya sido realizado con todos los cuidados requeridos.

En las investigaciones realizadas por Apperico (8) y sus colaboradores se han llegado a las siguientes conclusiones sobre el mejor pretratamiento para los sistemas epoxi-amina:

1ro El chorro de granalla y el pintado inmediato dan los mejores resultados.

2do La presencia de residuos de ácido libre, después del decapado químico es desfavorable. El enjuague en ácido fosfórico al 2% provoca la limpieza y la mala adherencia de la capa de pintura sobre el metal; al 0,5% el porcentaje de adherencia de dicho ácido en el polímero es superior.

3ro Una corta inmersión en ácido crómico caliente ayuda favorablemente; pero no es sencillo de ejecutar ni de controlar.

En la actualidad se conocen muchos casos en los que se han recubierto -- tanques y equipos con resultados satisfactorios, empleando sistemas epoxídicos. Inclusive, en Cuba se han llevado a efecto experiencias de pintado interno de tachos en el ingenio A. Lincoln con pinturas Epilux de base epoxídica. Aunque la aplicación no fue meticulosa, la preparación de la superficie se realizó con calidad. Otra de las deficiencias del proceso de recubrimiento fue la no utilización de primarios anticorrosivos. Sin embargo el sistema aplicado se mantuvo en buenas condiciones durante 3 campañas azucareras.

Como hemos señalado anteriormente, existen en la industria azucarera varias zonas donde se manifiesta con fuerza el ataque corrosivo. El carácter ácido del jugo mezclado afecta grandemente a las bandejas de los molinos y a las tuberías conductoras. Este ataque influye considerablemente en el tiempo de vida de los puntos antes mencionados y representa pérdidas económicas significativas.

Es lógico pensar en el aislamiento de las superficies metálicas y el medio con la ayuda de recubrimientos. Sin embargo, es necesario conjugar, a la hora de seleccionar el tipo de recubrimiento, no sólo esta necesidad de aislamiento entre metal y jugo, sino también las características de la pintura o sistema de pinturas a emplear y el efecto económico a alcanzar con su aplicación.

En todos los procesos químicos la temperatura desempeña un papel importante. En el caso de los procesos de corrosión en los evaporadores, tachos, tuberías, etc. la influencia de ese parámetro también es notable. No todos los sistemas de recubrimientos son resistentes al ataque corrosivo a elevadas temperaturas; incluso aquellos sistemas que han sido concebidos y formulados para desarrollar elevada resistencia al ataque químico.

Las consecuencias del ataque corrosivo pueden manifestarse, en la industria azucarera, no sólo en las piezas metálicas sometidas a destrucción por corrosión, sino también en la calidad de los productos azucareros. Ya anteriormente señalamos que en trabajos realizados se ha demostrado que el hierro se diluye durante el proceso de producción de azúcar.

Honig (9) expresa que el hierro reacciona con los polifenoles existentes en la caña de azúcar (en el jugo) dando origen, en presencia de oxígeno y en medio alcalino, a compuestos de color oscuro.

Así podemos concluir, a partir de lo anteriormente expuesto, que la protección de los equipos y piezas de hierro, acero y otros metales en la industria azucarera se encaminará a lograr un mayor efecto económico en la producción de azúcar por dos direcciones: preservando los recursos materiales, -medios de producción- y mejorando la calidad del producto obtenido en lo que a coloración se refiere.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los fines perseguidos por este trabajo preliminar sobre recubrimientos orgánicos eran los siguientes:

- 1ro Conocer el comportamiento de los recubrimientos en las zonas de mayor agresividad, empleando un sistema de alta resistencia química (ARQ).
- 2do Conocer las dificultades más notables en la aplicación de los recubrimientos y la preparación de las superficies a tratar.
- 3ro Obtener resultados preliminares sobre la efectividad de los recubrimientos por pintura para aplicarlos como esquemas protectores en la industria azucarera.
- 4to Sentar las bases para proponer un estudio más profundo y detallado de la protección de las superficies metálicas sometidas a medios corrosivos dentro de la industria azucarera.

METODO DE TRABAJO

1. En el ICINAZ se efectuaron las experiencias de recubrimiento y estudio de su comportamiento en los vasos del cuádruple efecto de evaporación del central "Pablo Noriega". Estos equipos fueron pintados en la zona inmediata sobre las placas superiores, formando un cinturón pintado de 60 cms. de ancho aproximadamente.

El sistema empleado al efecto consta de los siguientes componentes:

1.1 Sistema de recubrimientos (ARQ).

1ra mano: Wash-Primer Cod. 233-554 de Sintecol.

2da mano: Fondo amarillo Cristacol Cod. 723-650 de Sintecol.

3ra mano: Fondo blanco Cristacol Cod. 721-551 de Sintecol.

4ta mano: Revestimiento blanco Cristacol Cod. 721-204 de Sintecol.

Las pinturas de fondo y el revestimiento están constituidas por un vehículo filmógeno epoxi-poliuretánico, de gran resistencia al ataque químico. El secado de estas pinturas es lento, así como también el curado total del sistema se realiza en un lapso considerablemente largo.

El sistema de recubrimientos fue aplicado manualmente (a brocha) en todas sus partes, tratando en lo posible de seguir la metodología establecida por el fabricante.

1.2 Preparación de la superficie.

La metodología establecida por los fabricantes señala que es preferible el chorro de arena (sand-blasting) como norma para la limpieza del sustrato a pintar.

Para superficies con espesas capas de óxido se empleó cepillos de alambre y raquetas (rascadores).

Durante la aplicación del chorro de arena se utilizó un pequeño equipo no standard.

La limpieza no fue realizada todo lo meticulosamente que requiere un sistema (ARQ) de alta resistencia química, como el empleado en estas experiencias.

2. Una segunda experiencia a esta escala se realizó en los tachos del propio central "Pablo Noriega". Para ello fue utilizado el mismo sistema protector empleado en los evaporadores, sólo que en este caso se pintó una zona vertical, a todo lo alto de los aparatos. Esta franja tenía un ancho de 30 cms. aproximadamente.

A diferencia de los evaporadores, la superficie de los cuerpos en este caso fue preparada más eficientemente; pero el tiempo estipulado para

la eliminación de las tensiones en el metal, no fue observado, comenzando la aplicación del sistema protector mucho después del lapso establecido.

3. El mismo sistema de recubrimientos y el mismo método de preparación de la superficie a esta escala se empleó en los tanques de intercambio iónico en la planta de tratamiento de agua del propio central.

En este caso se recubrió una zona en forma de cinturón de 60 cms. aproximadamente de ancho en la parte inferior de los tanques.

4. Por razones de economía se decidió estudiar en el laboratorio el comportamiento de pinturas de producción nacional, sometiéndolas a la acción de un medio muy agresivo.

A los efectos se seleccionó la pintura epoxídica de la línea 501, compuesta por un elemento pigmentado a base de resina epoxy (501-M) y complemento reticulante (501-RT-1).

La pintura se preparó siguiendo las instrucciones del fabricante, mezclando los compuestos 501-M y 501-RT-1 en proporción 2,7:1 en peso.

La aplicación se realizó de la forma siguiente:

- a) Se imprimió la superficie limpia, seca y libre de polvo con Wash-Primer Sintecol cod. 233-554.
- b) Después de seca la superficie se aplica la 1ra mano de fondo con el sistema epoxídico 501.
- c) Después de seca la capa de fondo (24 horas) se lija la superficie para asegurar rugosidad y buen anclaje mecánico, se desempolva y sobre ella se aplica la 2da mano (acabado) con el propio sistema 501.

La aplicación se realizó manualmente, con brocha.

Como probetas se utilizaron placas de acero de 10 x 7,5 cms. con las esquinas redondeadas.

La superficie se limpió lijándola con papel abrasivo para eliminar la cascarilla, herrumbre y suciedades mecánicas. Después se trataron con ácido clorhídrico al 10% durante 10 minutos, se lavaron con agua y se secaron, imprimándose inmediatamente.

5. Para estudiar el efecto de los líquidos de limpieza de los evaporadores sobre el sistema de recubrimientos se emplearon probetas de acero, cuyas dimensiones eran 5 x 2 cms. con un orificio al centro de un extremo. La preparación de las probetas fue similar a las anteriores y se aplicó el mismo sistema de pinturas, solo que por el método de inmersión.

Estas probetas se sometieron al siguiente régimen, después de 7 días de haberse aplicado la pintura:

En un erlenmeyer con tapón y condensador de reflujo se coloca una probeta en posición vertical, después de haber sido pesada y medida cuidadosamente. En el erlenmeyer se encuentra una solución de NaOH al 7%, calentada a ebullición. A esta temperatura se mantiene todo el sistema durante 4 horas; transcurridas las cuales, se extrae la probeta, se enjuaga en agua caliente y se pasa a otro erlenmeyer que contiene solución de HCl al 3%. En esta solución a ebullición se mantiene la probeta durante 2 horas.

Después de extraer la probeta, ésta se lava con agua caliente, se seca, se pesa y se mide. También se realiza inspección visual de la superficie recubierta, con la ayuda de una lupa.

6. Para conocer el efecto protector del sistema 501 sobre las bandejas de los molinos se colocaron probetas pintadas con el propio esquema de recubrimientos en la bandeja a la salida de la desnunuzadora del tandem del Central "Pablo Moriega".

Las probetas estaban constituidas por placas de acero de 10 x 10 cms. con orificios en sus esquinas de forma que pudiera colocarse en el soporte por medio de tornillos.

Se empleó el propio sistema 501, aplicado por inmersión.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Aplicación del sistema ARQ de protección contra la corrosión en los cuerpos del cuádruple efecto del Central "Pablo Noriega", en los tachos y tanques de tratamiento de agua.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la inspección visual en los vasos del cuádruple efecto. El período entre limpiezas fue de 10-12 días. Se tomaron cuatro observaciones (4 limpiezas), en las que aún era apreciable y diferenciable el estado del sistema aplicado. Al final de la 1ª se realizó una inspección visual más, con el fin de conocer el estado después de terminar la campaña azucarera. En esta última inspección se pudo constatar que en todos los vasos la pintura está afectada grandemente. En los vasos 1, 2 y 4 hay zonas muy deterioradas, estando en los dos primeros casi anulado el esquema protector. En el cuatro se observa también una gran incrustación, que puede ser una de las causas de la protección del sistema de pintura en este cuerpo. Es interesante señalar que en este vaso el sistema de recubrimientos al principio parecía muy afectado. Sin embargo, se pudo observar más detenidamente hacia la cuarta limpieza que lo que parecía pintura descascarada e hinchada eran incrustaciones, que se encontraban sobre la pared formando una gruesa capa.

En los vasos anteriores el deterioro del esquema ARQ, desde el 3er vaso al vapor-cell, puede ordenarse en forma ascendente: en el tercer cuerpo aún hay zonas pintadas, sin embargo el deterioro en el vapor-cell es total desde la 1ra limpieza, desapareciendo la pintura ya en la 2da limpieza.

TABLA 1

INSPECCION VISUAL DEL SISTEMA ARQ EN LOS VASOS
DEL CUADRUPLE EFECTO DE EVAPORACION

<u>Vaso</u>	<u>Aspecto en 1a Limpieza</u>	<u>Aspecto en 2a Limpieza</u>	<u>Aspecto en 3a Limpieza</u>	<u>Aspecto en 4a Limpieza</u>
Vapor Cell	Pintura deteriorada	Deterioro total No hay pintura	-	-
Vaso 1	Pintura en buen estado	Pintura en buen estado, se observan incrustaciones. Coloración gris.	Fallas en el recubrimiento. Incrustaciones. Coloración rosácea.	Se aprecia herrumbre. El sistema parece muy deteriorado. Hay muchos puntos de oxidación.

<u>Vase</u>	<u>Aspecto en 1a Limpieza</u>	<u>Aspecto en 2a Limpieza</u>	<u>Aspecto en 3a Limpieza</u>	<u>Aspecto en 4a Limpieza</u>
Vase 2	Pintura en buen estado. (Hay brillo en la superficie).	Pintura en buen estado. Chorros de óxido sobre la pintura, de la parte no pintada del vase.	Se mantiene el sistema. Gruesos hilos de óxido. Hay partes brillosas.	Se observan roturas de la pintura por toda la superficie pintada y gruesos hilos de óxido.
Vase 3	Pintura en buen estado. (Brillo en la superficie).	Pintura en buen estado. Hilos finos de óxido sobre la pintura.	Se mantiene el sistema. Finos hilos de óxido. Partes brillosas.	A 0,6 pies aproximadamente por encima de la placa el sistema está parcialmente deteriorado. El resto bien.
Vase 4	Se aprecian zonas con incrustaciones.	Zonas con incrustaciones. Capa inmediata a la placa desgastada. Color blanco en la pared.	Mucha incrustación. La pintura parece hinchada y descascarada.	Vase totalmente incrustado. Por partes se ve el sistema en buen estado.

Son varios los factores que parecen haber influenciado la afectación del sistema protector, al extremo de anularlo. Algunas de esas causas están directamente vinculadas con la aplicación del sistema y la preparación de la superficie metálica, y otras con las características del proceso. En primera instancia señalaremos que la superficie no fue tratada con el rigor que exige el sistema ARQ. En la información técnica brindada por los fabricantes de las pinturas ensayadas, se expone lo siguiente:

"La superficie a pintar deberá estar perfectamente limpia y sin restos de óxido, ya que éste, aún en tamaño microscópico, producirá después de un tiempo, la destrucción y levantamiento del esquema ARQ. Insistimos en que esta operación es de fundamental importancia y de ella dependerán los resultados finales".

Como se anotó anteriormente, el sand-blasting (chorro de arena) se aplicó no muy meticulosamente, no llegándose hasta metal blanco, como indican las instrucciones.

En los tachos y tanques de tratamiento de agua la superficie del sustrato fue mejor preparada. Pero en todos los casos, después de preparada la superficie hubo grandes deficiencias en la aplicación del sistema protector.

En primer lugar, se empleó un tiempo superior a las 4 horas entre la lim

pieza de la superficie y la aplicación de la imprimación (hasta un lapso de 24-48 horas), a diferencia de lo exigido por los fabricantes.

La imprimación fue aplicada a brocha, sin embargo el fabricante señala: "Nuestro Wash Primer se dará únicamente a soplete (pistola), ya que debido a su formulación es imposible aplicarlo a pincel". Se hace énfasis en esto, ya que el primario es el responsable de la adherencia de todo el sistema.

Otra deficiencia considerable fue la no observación del régimen de tiempo entre las manos de pintura. Inclusive, después de la 2da mano (fondo amarillo Cristacol), se realizó una prueba de equipos, calentando con agua los cuerpos del cuádruple, circunstancia que indudablemente afecta la calidad de la aplicación.

Después de aplicada la 3ra mano no se esperó el mínimo del tiempo requerido para la 4ta mano y durante su aplicación en parte de la superficie se levantaba la anterior.

Por último otra deficiencia observada durante la aplicación fue el no cumplimiento del lapso establecido para el curado de 7 a 10 días a temperatura ambiente. Antes de ese tiempo el esquema no puede alcanzar su máxima dureza y por lo tanto tampoco su posibilidad de máxima resistencia. Después de aplicado todo el sistema ARQ sólo se esperó el tiempo necesario de secado; pero no el tiempo de cura del sistema. O sea, cuando comenzó a trabajar el cuádruple en la campaña azucarera, aún no se había realizado la cura del sistema de recubrimientos.

Todas estas circunstancias motivaron, en parte, el poco éxito del sistema, que de acuerdo con lo señalado por los fabricantes, puede tener una vida útil de 4 a 5 años.

En la información técnica brindada por Sintecol no se expone nada al respecto sobre la temperatura de trabajo del sistema ARQ-Cristacol. Esto nos hace suponer que en nuestro caso hay que considerar este factor de importancia esencial para conocer la efectividad del esquema ensayado.

La observación realizada y expuesta en la Tabla 1 corrobora que hay influencia de la temperatura sobre la vida del recubrimiento. En efecto, el vaso más afectado (Vapor Cell), en el cual el sistema se anuló casi desde el comienzo es precisamente el que tiene mayor temperatura de trabajo.

Inversamente al aumento de la temperatura se comportó la durabilidad del esquema ARQ, en todos los vasos componentes del cuádruple.

En los tachos, sin embargo, el sistema se mantuvo bastante bien durante toda la campaña y en el punto de observación de la cuarta limpieza, conservaba incluso el brillo característico del sistema recién pintado. En la inspección post-zafra, después de abrir los aparatos se pudo constatar que en las franjas pintadas existían zonas muy afectadas que presentaban ampolladuras pequeñas y algunas roturas (donde hubo anteriormente ampollas grandes). También se observa corrosión subyacente, como consecuencia lógica de la rotura del sistema protector. En las roturas gran-

des se observa herrumbre y cascarilla. En general, la parte pintada con servó el color y en comparación con los evaporadores, el sistema se comportó mejor.

Esto último puede estar condicionado, no tanto por la mejor preparación de la superficie, como por el régimen de trabajo de estos aparatos, que es más suave que en los evaporadores; así como también la ausencia de un medio corrosivo muy agresivo durante las limpiezas, como en el caso de los evaporadores.

Respecto a los tanques de resina de intercambio iónico, podemos anotar algo similar que en los tachos. En estos equipos no se realizaron inspecciones periódicas, debido al régimen de trabajo de la planta de tratamiento de agua.

Al final de la campaña azucarera, durante la inspección del estado del recubrimiento en estos aparatos, se observó que el sistema también había fallado, presentando un deterioro similar al observado en los tachos.

Es necesario señalar que tanto en los tanques de intercambio iónico como en los tachos hubo de anularse el efecto de la preparación de la superficie, al esperarse un tiempo muy grande para comenzar la aplicación del sistema protector.

2. Aplicación del sistema 501 de producción nacional.

2.1 Experiencias de laboratorio.

Durante la preparación de las probetas se pudo observar algunas características particulares de este sistema.

En primer lugar, tanto cuando fue aplicado el esquema a brocha o por el método de inmersión, se observó que el secado fue muy lento y que sobre ese tiempo influye la relación entre el compuesto pigmentado 501M y el reticulante 501-RT-1. Mientras mayor fue el contenido de poliamida (reticulante), más rápido fue el secado, como lo corrobora la Tabla 2.

TABLA 2
TIEMPO DE SECADO DEL SISTEMA 501

Relación 501-M:501-RT-1	2,7:1	2,3:1	2:1
Tiempo de Secado	Más de 10 horas	8 horas aprox.	6 horas aprox.

Durante estas pruebas se apreció además, que el color de la pintura también varió considerablemente; siendo marfil en el caso de poco contenido de poliamida y casi mostaza en el caso de mayor contenido

de poliamida. (Las relaciones se dan en volumen).

Otro factor que influye en la coloración y tiempo de secado del sistema 501 es la zona de iluminación (o radiación) donde se efectúe el proceso de secado de la pintura.

A temperatura ambiente a la sombra, se obtiene una coloración marfil con tiempo de secado de más de 10 horas (relación 2,7:1 entre 501-M:501-RT-1). Expuestas al sol se consigue color mostaza oscuro con 4 horas aproximadamente de secado.

Esta circunstancia hace al sistema muy sensible a cualquier variación, por lo que su aplicación ha de ser muy cuidadosa.

El acabado en todos los casos fue bueno, la superficie era lisa, brillante y aunque no se midió el grueso de película, ni las características de ésta, si podemos aseverar que se observó uniformidad por simple inspección visual.

Al igual que en las pruebas que se realizaron en la fábrica de azúcar, la imprimación se realizó por método manual con brocha (y en otros casos por inmersión); pero se procuró aplicar el primario media hora después de limpiar la superficie (tiempo máximo en nuestro trabajo).

Durante el estudio del efecto de los líquidos de la limpieza de los evaporadores sobre el sistema de recubrimientos con probetas de 5 x 2 cms. se observó lo siguiente:

Las pinturas se aplicaron por inmersión y los ganchitos de cobre del soporte de secado se adhirieron al sistema epoxídico. Los bordes de los orificios y las aristas de las probetas no estaban bien recubiertas.

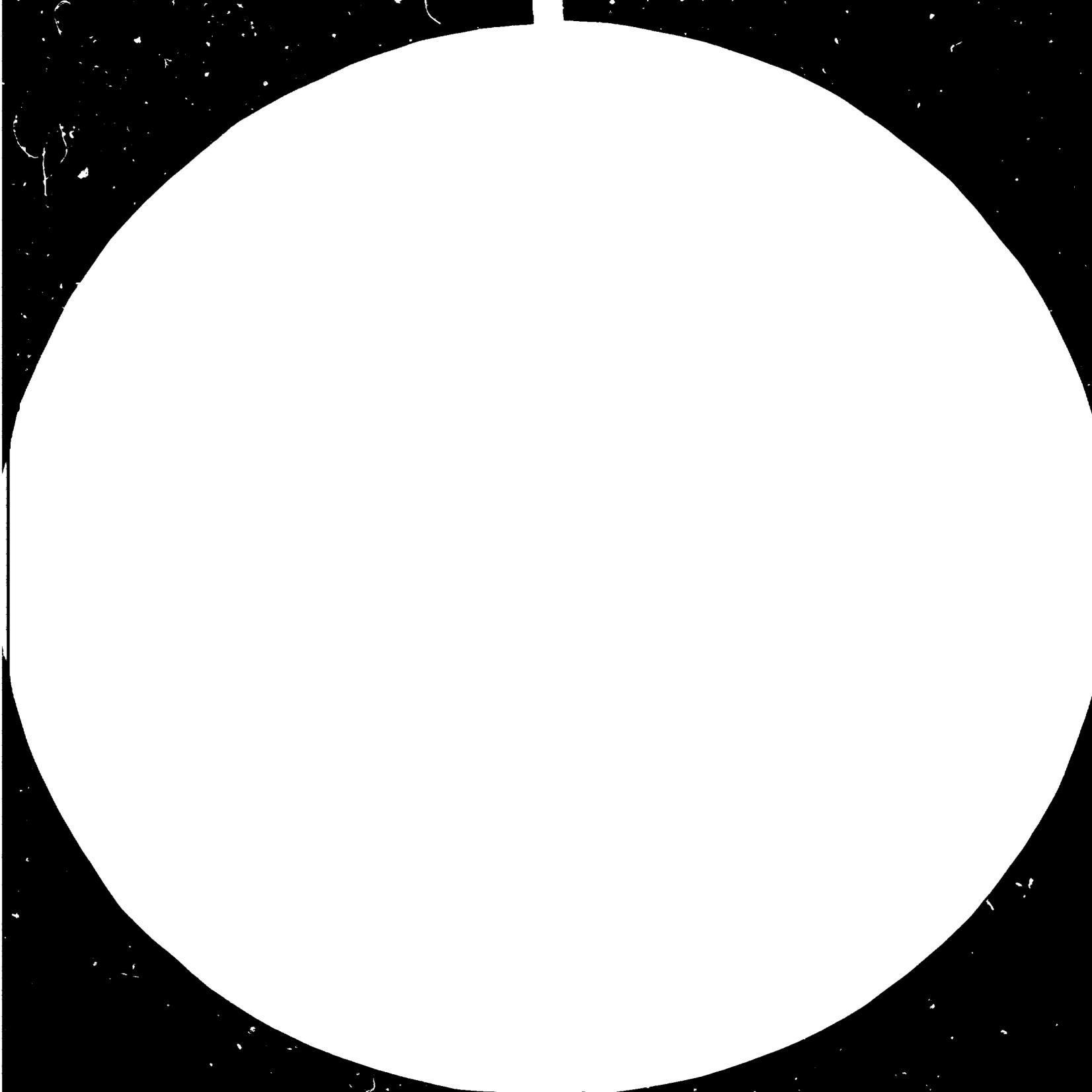
La afectación que sobre el recubrimiento provocan los líquidos de limpieza (NaOH al 7% y HCl al 3%) se midió por los espesores de las probetas en los extremos y centro de las mismas, se realizó inspección visual de la superficie y pesada de las probetas antes y después de la prueba (ver Tabla 3).

En la simulación de una limpieza se emplearon 2 probetas.

TABLA 3

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

<u>No. Probeta</u>	<u>Peso Inicial (g)</u>	<u>Peso Final (g)</u>	<u>Espesores Iniciales (mm)</u>	<u>Espesores Finales (mm)</u>	<u>Pérdida de peso (g)</u>
1	12,3348	12,3340	1,88; 2,00 2,28	1,90; 2,02 2,30	0,0008
2	11,8046	11,8041	1,81; 1,96 2,08	1,82; 1,96 2,08	0,0005





1.8

2.5

2.2



2.2

2.5



2.5



2.8



2.0



1.8



1.4



1.6

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE

1115 AVENUE OF THE CITIES, WASHINGTON, D.C. 20004

FOR INFORMATION CONTACT WITH THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS

400 GAITHERSBURG ROAD, GAITHERSBURG, MARYLAND 20878

En ambas probetas se observa que la superficie del recubrimiento --- pierde brillo y en las aristas hay poco cambio. Vista a la lupa se aprecia rugosidad, como si la superficie hubiese sido tratada con un abrasivo muy fino y como si hubiese absorbido agua. Por los bordes y aristas se observa una fina coloración verdosa, como si fuera el primario.

Después de la inmersión en ácido las probetas tienen una coloración verde intenso y la superficie es lisa y brillante (como hinchada). Sobre el recubrimiento se observan manchas más claras y más oscuras --- dándole aspecto de poco homogeneidad. En la superficie de ambas probetas hay burbujas, sobre todo en los bordes y cerca del orificio. En la propia superficie se observan puntos microscópicos (poros), --- que indican que el recubrimiento ha fallado.

Un hecho que habla de la pérdida de adherencia del sistema es que --- los ganchitos empleados para el secado y que fueron recubiertos junto con la probeta se desprendieron.

Una de las probetas volvió a introducirse en NaOH a ebullición. Ya a los 15 minutos la probeta es verde claro. A las 2 horas la probeta es mucho más clara. Vista con la lupa se observa la no uniformidad en el color: sobre una base verde claro hay multitud de puntos marfil. Hacia los bordes del orificio y cerca de las aristas de la probeta esta coloración es más continua. Sobre la superficie hay varios puntos de falla del recubrimiento. Se sigue observando ampolladuras en los mismos lugares que antes de la inmersión en NaOH. Para esta probeta (la No. 1) se reporta una pérdida de peso total de 0,006 g. después de esta prueba y los espesores varían hasta 1,82; 2,00; --- 2,32 mm.

Como puede verse, la variación del espesor no es muy grande, y además, la misma es debida al hinchamiento del vehículo polimérico, el cual forma parte de la pintura.

Los puntos microscópicos (poros) de falla en la superficie pintada permiten el ataque del metal por el medio y con seguridad, si la exposición se realizara a largo plazo, aparecería la corrosión subyacente.

Para concluir la prueba se observaron los líquidos de inmersión, o sea las soluciones de NaOH al 7% y el HCl al 3%, con el resultado siguiente:

NaOH: Pedazos del recubrimiento del alambre de cobre se encuentran en el fondo del frasco.

HCl : En la superficie del líquido en el erlenmeyer se observa una fina dispersión y en el fondo pedazos de pintura con coloración verde azul.

H₂O : Hay un sedimento rojizo (como herrumbre) en el fondo del frasco de lavado.

Los líquidos están transparentes e incoloros.

2.2 Pruebas en las bandejas del tandem.

Después de recubrir 5 probetas de la forma descrita anteriormente se expusieron durante poco más de un mes en la bandeja a la salida de la desmenuzadora, sometidas a la acción de los jugos y materia sólida productos de la molienda.

Al concluir la zafra se realizó una inspección visual in situ, observándose, del lado de la superficie de trabajo, que el recubrimiento se había desprendido estando el metal desnudo y oxidado en gran parte del área total. También había sido atacado el lado opuesto, o sea la superficie no expuesta, en los bordes sobre todo.

Como ya hemos señalado, la preparación de la superficie, aunque metódica, a nivel de laboratorio, no fue sucedida por una buena aplicación del sistema ya que su base, o sea el primario, no se aplicó siguiendo las especificaciones del fabricante. De todas formas este sistema también falló aquí, en las pruebas más sencillas, lo que nos hace dudar de la calidad del recubrimiento en sí.

En general, todas las pruebas realizadas, tanto con el sistema ARQ--Cristacol, como con la línea 501 de producción nacional, tienen un carácter preliminar, aunque deben tomarse como representativas.

CONCLUSIONES

En la aplicación de sistemas de recubrimientos ha de prestarse gran importancia a la esmerada preparación de las superficies, tratando de seguir, - al respecto, las indicaciones del suministrador de las pinturas.

Los sistemas de ARQ son eficaces para el recubrimiento de equipos de la industria química; pero para cada caso específico, es necesario seleccionar el sistema necesario; teniendo en cuenta las características de los procesos en los que intervienen los medios agresivos, que se pretende aislar de la superficie metálica; la naturaleza de los metales y las posibilidades de resistencia del propio sistema protector.

En nuestro caso hay que realizar un estudio más detallado en el laboratorio y llegar a conclusiones sólidas antes de aplicarlo en la fábrica.

Respecto al esquema epoxi-poliamida ensayado, es necesario contemplar la posibilidad de un cambio de primario y una pintura de fondo de formulación intermedia, con pigmentos antioxidantes, aunque la sensibilidad demostrada durante la aplicación limitarían de forma general su uso.

Los sistemas ensayados (ARQ-Cristacol y 501) se han comportado de forma deficiente en las pruebas realizadas, aunque las mismas no fueron llevadas a cabo con rigor y no se efectuaron mediciones de las características de los sistemas sobre el sustrato.

Estas pruebas, aunque preliminares, hacen poco recomendables los productos ensayados.

El sistema epoxi-poliamida (501) no puede aplicarse en el caso de los evaporadores, ya que es evidente la reacción química del mismo con los líquidos de limpieza.

En el sistema ARQ-Cristacol ensayado en los evaporadores se evidenció el efecto de la temperatura. A mayor temperatura, menor tiempo de vida del recubrimiento.

LITERATURA CONSULTADA

1. Caro R., Pérez J. L., Rubio E., Hernández Z. "Comportamiento del hierro en la fabricación de azúcar". Informe Técnico ICIDIAZ, 1975.
2. Yu V. Koroliov, Putilov V. E. Zashila oborudovania ot korrozii, 1973.
3. Shah H. A., Sondhi S. K., Aren P. K. 39th Annual Convention of the Sugar Technologists' Ass. of India, 1973, p. 25-44.
4. Chejov A. P. Polimery v antikorroziionoi Tejnike Kiev 1968.
5. Clift A. Corrosion Prevention and Control 9, 1962, 4.
6. Uhlig H. H. Corrosion and Corrosion Control, 1966, Chap. 15.
7. Carnegieier D. "Influencia de la preparación de las superficies metálicas en las propiedades de las capas de pintura sobre ellas aplicadas". Separata Ed. Cedel 1964.
8. Apperloo M., Dekker T. T., Wittich L. E. Ind. Lakierbetrieb, 28 (1960), 11 p. 352.
9. Honig P. "Principios de Tecnología Azucarera". T.I. pag. 208.

ANEXO IV

INVESTIGACION Y DESARROLLO DE
TAREAS ESPECIFICAS

ICINAZ
CID-1

TEMA I-D

PROBLEMA: Mejoras de las propiedades mec.-tec. a partes y piezas de la ind. azuc.

DPTO: Mantenimiento
CODIGO: 98-31

1- DESCRIPCION DEL TEMA DE I-D

NUEVO
 CONTINUACION

Mejorar las propiedades mecánico-tecnológicas de las piezas de fundición más crítica en la industria azucarera con aplicaciones de tratamientos volumétricos y superficiales (polvos metalúrgicos).

2- OBJETIVOS A ALCANZAR

EN ESTA ETAPA: Selección de las partes y piezas más críticas, aplicación de la metodología de investigación, para incrementar las propiedades de estas y obtención de polvos metalúrgicos a escala experimental.

FINALMENTE: Obtención de mejoras de las propiedades de las piezas seleccionadas y de polvo metalúrgico para recargas.

DURACION DEL TEMA COMPLETO: 2 años.

3- JUSTIFICACION TECNICO ECONOMICA

Con la introducción de estos logros, se alcanzara mayor durabilidad de las piezas, disminuyendo los tiempos de paradas de los equipos con su correspondiente aumento de productividad.

4- ANTECEDENTES U ORIGENES DEL TEMA

La poca eficiencia de diferentes piezas fundidas, lo que origina problemas en el proceso de obtención continua de azúcar.

5- PERSONAL TECNICO QUE PARTICIPARA

UNIVERSITARIOS	CANT.	TIEMP. H-MES	ASISTENTES	CANT.	TIEMP. H-MES
Investigadores.	3	36	Técnicos	2	16

ICINAZ CID-1	TEMA I-D	PROBLEMA: TEMA: MTO Preventivo y Recup. de Piezas.	D. Mantenimiento CODIGO: 98-32
------------------------	-----------------	---	---

1- DESCRIPCION DEL TEMA DE I-D <input checked="" type="radio"/> NUEVO <input type="radio"/> CONTINUACION	Se comenzaran los estudios de los analisis de vibraciones en ptos. criticos de los equipos del Central. Continuar los trabajos de recuperacion de piezas.												
2- OBJETIVOS A ALCANZAR	<p>EN ESTA ETAPA: Conocer la variacion en el nivel de vibraciones de los equipos durante la zafra. Obtener datos de indices de rotura y reparacion de equipos, Determinar partes y piezas donde resulta economico la aplicacion de tecnicas de recuperacion.</p> <p>FINALMENTE: Disminuir el costo de MTO por concepto de: Disminuir el indice de rotura, aumento de confiabilidad en los repuestos, incrementar el tiempo de vida de equipos.</p> <p>DURACION DEL TEMA COMPLETO: 3 años</p>												
3- JUSTIFICACION TECNICO ECONOMICA	Disminuir los tiempos por roturas y reparaciones, establecer un sistema capaz de predecir los equipos que es necesario desarmar cdo. concluya la zafra. Ademas incrementar la vida util de partes y piezas de los equipos .												
4- ANTECEDENTES U ORIGENES DEL TEMA	Establecer sistemas de MTO para la Industria Azucarera que se corresponda con las exigencias y magnitud de las misma.												
5- PERSONAL TECNICO QUE PARTICIPARA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>UNIVERSITARIOS</th> <th>CANT.</th> <th>TIEMP. H-MES</th> <th>ASISTENTES</th> <th>CANT.</th> <th>TIEMP. H-MES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Investigadores.</td> <td>3</td> <td>21,6</td> <td>Técnicos</td> <td>3</td> <td>25,2</td> </tr> </tbody> </table>	UNIVERSITARIOS	CANT.	TIEMP. H-MES	ASISTENTES	CANT.	TIEMP. H-MES	Investigadores.	3	21,6	Técnicos	3	25,2
UNIVERSITARIOS	CANT.	TIEMP. H-MES	ASISTENTES	CANT.	TIEMP. H-MES								
Investigadores.	3	21,6	Técnicos	3	25,2								

ICINAZ
CID-1

TEMA I-D

PROBLEMA:
TEMA: Corrosión en extracción y recubrimientos.

DPTO. Mantenimiento
CODIGO: 98-33

1- DESCRIPCION DEL TEMA DE I-D

- NUEVO
- CONTINUACION

- Se realizarán estudios de la corrosión de algunos metales por el jugo en el area de extracción y se continuara el de los recubrimientos temporales y permanentes en toda la fabrica.

2- OBJETIVOS A ALCANZAR

EN ESTA ETAPA:

- Determinar las características fundamentales del ataque corrosivo de diversos metales por el jugo mezclado y continuar la evaluación de recubrimientos en las areas de los centrales azucareros.

FINALMENTE:

- Proponer medidas de protección adecuadas contra el destaste corrosivo en esta area. Proponer los recubrimientos idoneos para cada area del central.

DURACION DEL TEMA COMPLETO: 3 Años.

3- JUSTIFICACION TECNICO ECONOMICA

- Las pérdidas por reposición debidos al desgaste corrosivo en el area de extracción y a la corrosión ambiental en los centrales azucareros.

4- ANTECEDENTES U ORIGENES DEL TEMA

- Experiencias anteriores del ICINAZ y otras reportadas en la literatura azucarera.

5- PERSONAL TECNICO QUE PARTICIPARA

UNIVERSITARIOS	CANT.	TIEMP. H.-MES	ASISTENTES	CANT.	TIEMP. H.-MES
Investigadores.	4	42	Técnicos Ayudantes	4 1	42 12

ICINAZ

CID-1

TEMA I-D

PROBLEMA:

TEMA: Diseño y Construcción de un balanceador D.

DPTO: Mantenimiento

CODIGO: 98-34

**1- DESCRIPCION DEL
TEMA DE I-D** **NUEVO** **CONTINUACION**

Se plantea acometer el desarrollo de un equipo capaz de detectar el grado de desbalance de una maquina, rotatoria, a la vez que proporcione -- los parametros necesarios para corregir el mismo.

**2- OBJETIVOS A
ALCANZAR****EN ESTA ETAPA:**

Realizar un estudio de las características de estos equipos. Elaborar los circuitos correspondientes. Construir un prototipo para su -- prueba posterior.

FINALMENTE:

Realizar un estudio de las características de estos equipos. Elaborar los circuitos correspondiente. Construir un prototipo para su prueba posterior.

DURACION DEL TEMA COMPLETO: 1 Año.**3- JUSTIFICACION
TECNICO ECONOMICA**

La construcción de dispositivos de este tipo -- en nuestro país, sustituyendo similares que se compran en área capitalista; puede representar -- ahorro de divisas. Es además un aporte importante a el mantenimiento en la Industria Azuc.

**4- ANTECEDENTES U
ORIGENES DEL TEMA**

Los orígenes de este tema están en el trabajo desarrollado por el Dpto. en diversos centrales azucareros de nuestro país y otros de América latina con resultados favorables,

**5- PERSONAL TECNICO
QUE PARTICIPARA**

UNIVERSITARIOS	CANT.	TIEMP. H-MES	ASISTENTES	CANT.	TIEMP. H-MES
Investigadores.	2	12	Técnico Medio	1	6

J-72

