

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE LA LÍNEA DE
AGUA CONTRA INCENDIOS DE LA PLANTA ATOCONGO DE
UNIÓN ANDINA DE CEMENTO”**

INFORME

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR

DANNY JOÉL VÁSQUEZ AGUIRRE

ASESOR

ING° RICARDO RODRIGUEZ VILCHEZ

CALLAO – JUNIO – 2018

PERÚ

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

INFORME S/N

1932
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
Secretaría de Decanato

FECHA: 31 JUL. 2018
HORA: 3.00 p

RECIBIDO

PARA : Dr. LUIS AMÉRICO CARRASCO VENEGAS
Decano de la Facultad de Ingeniería Química

ASUNTO: Exposición por informe de Trabajo de Suficiencia Profesional

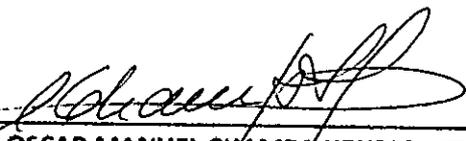
FECHA : Bellavista, 31 julio de 2018

S.D.

Mediante el presente documento tengo a bien informarle, que el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, titulado "PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE LA LÍNEA DE AGUA CONTRA INCENDIOS DE LA PLANTA ATOCONGO DE UNIÓN ANDINA DE CEMENTO", ha sido expuesto favorablemente por el bachiller, señor VASQUEZ AGUIRRE, DANNY JOEL.

El nuevo profesional podrá continuar con sus trámites administrativos, por no presentar correcciones del trabajo en mención.

Atentamente,



Ing. OSCAR MANUEL CHAMPA HENRIQUEZ
Presidente de Jurado de Exposición

c.c. Archivo.

DEDICATORIA

A Dios, a mi amada esposa, a mis hijos, a mis padres y hermanos por haber inculcado en mi los deseos de éxito y superación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos mis profesores de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO de la facultad de ingeniería química, por la enseñanza impartida y permitirme lograr uno de mis objetivos tan anhelados.

Agradezco a mi amada esposa e hijos por su amor, comprensión y por ser el motivo de mi esfuerzo e inspiración en esta etapa de mi vida.

Agradezco a mis padres y hermanos que con sus sabios consejos y su inagotable, Apoyo han contribuido en mi formación profesional.

A mi asesor, jurados y colegas de mi universidad.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. RESEÑA DE LA EMPRESA.....	3
2.1 UNIÓN ANDINA DE CEMENTO	3
2.1.1 Plantas de Producción en Perú.....	5
2.1.2 Proceso Productivo en Planta Atocongo.....	8
2.1.3 Comercialización de Productos	15
2.1.4 Exportación.....	16
2.2 TELEFÓNICA INGENIERÍA DE SEGURIDAD.....	17
2.3 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	18
2.4 POLÍTICAS DE LA EMPRESA.....	19
2.4.1 Misión	19
2.4.2 Visión.....	19
2.4.3 Políticas de Calidad.....	19
III. OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
IV. RESUMEN	23
V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	24
5.1 PROBLEMAS DE CORROSIÓN EN PLANTA ATOCONGO DE UNACEM	24
5.1.1 Corrosión	25
5.1.2 Tipos de Corrosión de acuerdo a su PH.....	29
5.2 AGENTES CORROSIVOS MÁS COMUNES	30
5.2.1 Carbón.....	31
5.2.2 Mecanismos de corrosión en el sistema contra incendios.....	32
5.2.3 Efectos del Cemento	35
5.2.4 Efectos del Dióxido de Carbono	36
5.2.5 Efecto de las Sales Solubles.....	37

5.3 MECANISMOS DE CORROSIÓN DEL ACERO	38
5.4 MECANISMOS DE PROTECCIÓN PREVISTOS	39
5.4.1 Recubrimiento Epóxico Rico en Zinc Tipo II Orgánico	40
5.4.2 Recubrimiento Epoxi Poliamida reforzado con Aditivo GFK	42
5.5 MONITOREO DE CORROSIÓN	45
5.5.1 Necesidad del Monitoreo de Corrosión	47
5.5.2 Técnicas de Monitoreo de Corrosión	49
VI. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA EMPRESA	52
6.1 SEGURIDAD TECNOLÓGICA DE LA INFORMACIÓN Y ANTI FRAUDE	53
6.2 CONTRA INCENDIOS	54
6.3 VIDEO VIGILANCIA CCTV	56
VII. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EMPRESA	57
7.1 ACTIVIDADES COTIDIANAS	57
7.2 APOORTE REALIZADO EN BENEFICIO DE LA EMPRESA	58
VIII. EVALUACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
8.1 EVALUACIÓN DE CORROSIÓN EN LA RED CONTRA INCENDIOS	61
8.2 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN PARA EL CONTROL DE CORROSIÓN	66
8.2.1 Análisis de Conductividad del Abrasivo	66
8.2.2 Control de la Humedad y Punto de Rocío	68
8.2.3 Pre - preparación de Superficie	68
8.2.4 Preparación de Superficie	71
8.2.5 Medición del Perfil de Rugosidad	73
8.2.6 Determinación de Sales en Superficie Preparada	74
8.2.7 Aplicación de pintura	75
8.2.8 Control de Espesores de Película Seca	83
8.2.9 Defectos de Aplicación	84
8.2.10 Resanes de Pintura	85
8.2.11 Control de Adherencia	86
IX. CONCLUSIONES	88
X. RECOMENDACIONES	90

XI. BIBLIOGRAFÍA	93
XII. ANEXOS	95
A: ESTÁNDAR DE REFERENCIA, NORMA ASTM D714	95
B: ESCALA DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO – ASTMD 6677–07	97
C: INSTRUMENTO Y REPORTE DE CONDUCTIVIDAD DEL ABRASIVO	98
D: INSTRUMENTOS EMPLEADOS PARA LA MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES	100
E: INSTRUMENTO PARA MEDIR EL PERFIL DE RUGOSIDAD	102
F: RESULTADO DE LA PRUEBA DE SALES POR EL MÉTODO SWABBING QUANTAB.....	103
G: MEDIDOR DE ESPESOR EN HÚMEDO	105
H: RECUPERACIÓN DE GASES CONTAMINANTES SO₂, NO_x Y COV	107
I: PRUEBA DE ADHERENCIA CON EQUIPO DE ADHESIÓN POR TRACCIÓN TIPO III	111
GLOSARIO DE TERMINOS	112

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico que ha tenido el país en estos últimos años ha permitido que el sector construcción crezca considerablemente en comparación con otros sectores de la industria peruana. Unión Andina de Cemento, es la empresa cementera que más ventaja ha sabido aprovechar ante esta alta demanda del mercado peruano.

En el año 2008 la Planta de Atocongo de Unión Andina de Cemento, antes Cementos Lima, comenzó con sus trabajos de ampliación de capacidad de planta la cual le permitiría duplicar su capacidad de producción, estos trabajos de expansión incluían la construcción de un nuevo horno rotatorio, enfriador, electrofiltro, multisielos, faja tubular y almacenes.

Las nuevas áreas de producción son consideradas zonas de alto riesgo ante posibles daños ocasionados por incendios debido a que estas nuevas construcciones han alterado el alcance del sistema de protección existente poniendo en riesgo las vidas humanas y parte de los activos de la empresa.

UNACEM se encuentra en proceso de implementación de un sistema de agua contra incendios por agua para su Planta Atocongo. La primera

etapa fue ejecutada en el año 2013 con la protección de la Faja tubular que nace en la planta Atocongo y culmina en su planta Conchan.

Sin embargo, uno de los aspectos más importante a tener en cuenta en la instalación de un sistema de agua contra incendios es la exposición de la red al medio ambiente agresivo de planta que soporta calor, lluvia, humedad, emisión de gases y material particulado de cemento lo que va a permitir que el proceso de la corrosión se manifieste rápidamente y debilite el sistema de agua contra incendios produciendo de esta manera fugas de agua presurizada y posibles caídas de la red por el avance de la corrosión en accesorios que soportan el peso de las tuberías más agua.

Para cubrir esta necesidad de protección contra incendios, Telefónica Ingeniería de Seguridad ve la oportunidad de convertirse en un aliado estratégico de UNACEM para realizar las instalaciones de agua contra incendios en base a una ingeniera de alto nivel que cumple las normas nacionales (NTP) e internacionales (NFPA, NACE) y la garantía que le da por ser una empresa del grupo Telefónica.

II. RESEÑA DE LA EMPRESA

2.1 Unión Andina de Cemento

En el año 2012 Cementos Lima y Cementos Andino se fusionaron para formar la Unión Andina de Cemento (UNACEM), llegando así en convertirse en la empresa cementera de mayor producción de cemento en el Perú, ambas plantas producen alrededor de 6.7 millones de toneladas de clínker y 8.3 millones de toneladas de cemento por año. Su actividad principal es la fabricación y venta de Cemento, Clinker y Concreto Premezclado.

Así mismo, en noviembre del 2014 a través de su subsidiaria Inversiones Imbabura S.A. UNACEM consigue la compra de Lafarge en Ecuador con una participación de 98.57% de las acciones¹. Formándose de esta manera UNACEM Ecuador, esta planta cuenta con una capacidad instalada de 1.5 millones de toneladas anuales de cemento y una participación de mercado del 22%

UNACEM tiene presencia en el mercado de los Estados Unidos, Estado de Arizona, donde cuenta con una participación del 86.3% de las

¹ Memoria anual de UNACEM 2014, Pág. 30.

acciones de la subsidiaria Skanon Investments, quien a su vez es propietaria del 94.1% de las acciones de Drake Cement.

Por otro lado, dentro de las subsidiarias que acompañan a UNACEM en su proceso de diversificación y expansión de sus productos tanto en el mercado nacional como internacional son :

- a) Unión de Concreteras S.A. (UNICON), con una participación del 100% en acciones. Su actividad principal es producir y distribuir concreto premezclado, productos y servicios a fines para las diferentes obras civiles. Su Planta principal se encuentra en el distrito de San Juan de Miraflores, Lima.

- b) Compañía Eléctrica El Platanal S.A. (CELEPSA), con una participación del 90% de las acciones. Su actividad principal es la generación y transmisión de energía eléctrica, se ubica en la cuenca del río Cañete dentro de la provincia de Yauyos.

- c) Prefabricados Andinos Perú S.A.C. (PREANSA – PERÚ), con una participación de un 50% en las acciones. Su actividad principal es la de ofrecer estructuras de concreto prefabricado a nivel industrial de gran

envergadura. Su Planta se encuentra ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

d) Prefabricados Andinos S.A. (PREANSA – CHILE), con una participación de un 51% de las acciones. Su actividad principal es la de ofrecer estructuras de concreto prefabricado a nivel industrial de gran envergadura.

e) Generación Eléctrica de Atocongo (GEA), la cual suministra de energía a toda la Planta Atocongo para su operación. Esta estación posee siete grupos electrógenos y tiene una potencia instalada de 41,750 KW y es alimentada con el 94% de gas natural, logrando de esta manera la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero al medio ambiente.

2.1.1 Plantas de Producción en Perú

UNACEM, cuenta con dos plantas de producción :

a) Planta Atocongo, está ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima. Es la Planta más grande del Perú. Tiene una capacidad de 5.5

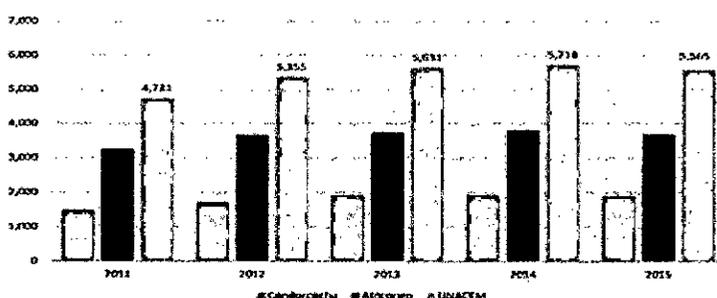
millones de toneladas de molienda de cemento y 4.8 millones de tonelada de Clinker. En el 2015 la producción de Cemento fue de 3'677,928. En la **Figura N°1** se muestra una vista de planta.

b) Planta Condorcocha, está ubicada en el distrito Unión Leticia, Tarma, Junín. Tiene una capacidad de producción de 2.8 millones de toneladas de molienda de cemento y 1.9 millones de Clinker. En el 2015 tuvo una producción de 1'886,879 TM.

En el **Gráfico N° 01** se muestra la capacidad de producción de cemento por planta de UNACEM para los años 2011 al 2015 en miles de toneladas métricas, teniendo a la Planta de Atocongo en Lima como la de mayor producción en comparación con la Planta de Condorcocha en Junín.

GRÁFICO N° 01

PRODUCCIÓN DE CEMENTO POR PLANTA UNACEM²



Fuente : Memoria Anual 2015 de UNACEM

² UNACEM. Memoria Anual 2015.

FIGURA N° 01

VISTA DE PLANTA ATOCONGO DE UNACEM



Fuente : Fotografía propia tomada a la Planta Atocongo de UNACEM, 2017.

2.1.2 Proceso Productivo en Planta Atocongo

El proceso productivo para la fabricación de cemento se da en cinco etapas, las cuales son: Extracción, Reducción, Obtención de Clinker, Molienda de Cemento y Envasado – Despacho.

- a) Extracción.-** En este proceso la extracción de materia prima la caliza, se realiza en las canteras de Atocongo, el proceso se da a través de minería a tajo abierto y consiste en realizar excavaciones profundas de 15 metros en los bancos de trabajo para luego proceder a realizar las voladuras secuenciales. La emisión de partículas en suspensión es controlada por riego con agua.
- b) Reducción.-** Luego de las actividades de voladura la caliza sigue el proceso de carguío y acarreo hasta la Chancadoras, Moliendas y homogenización, para ello el proceso es el siguiente :
- 1) Chancado Primario.-** Es donde comienza la reducción del material extraído, la estimación de reducción de su tamaño es de 1.5 m hasta unos 20 cm aproximados a través de una chancadora de tipo cono de 1,600 T/H. En esta actividad la emisión de polvo es controlado por un sistema de riego con agua.

2.1.2 Proceso Productivo en Planta Atocongo

El proceso productivo para la fabricación de cemento se da en cinco etapas, las cuales son: Extracción, Reducción, Obtención de Clinker, Molienda de Cemento y Envasado – Despacho.

- a) Extracción.-** En este proceso la extracción de materia prima la caliza, se realiza en las canteras de Atocongo, el proceso se da a través de minería a tajo abierto y consiste en realizar excavaciones profundas de 15 metros en los bancos de trabajo para luego proceder a realizar las voladuras secuenciales. La emisión de partículas en suspensión es controlada por riego con agua.
- b) Reducción.-** Luego de las actividades de voladura la caliza sigue el proceso de carguío y acarreo hasta la Chancadoras, Moliendas y homogenización, para ello el proceso es el siguiente :
- 1) Chancado Primario.-** Es donde comienza la reducción del material extraído, la estimación de reducción de su tamaño es de 1.5 m hasta unos 20 cm aproximados a través de una chancadora de tipo cono de 1,600 T/H. En esta actividad la emisión de polvo es controlado por un sistema de riego con agua.

- 2) Chancado Secundario.-** El material reducido es conducido a través de fajas trasportadoras hasta la chancadora secundaria, la cual consiste en reducir el material hasta un tamaño menor a 8 cm. Para esta actividad se utilizan chancadoras de martillos con una capacidad de 1,000 T/H. Las emisiones de polvo son controlados a través de un filtro de mangas.
- 3) Pre Homogenización.-** En esta etapa se almacena el material reducido que proviene del área de chancado secundario el cual previamente pasa por las zarandas de tamizado para tener un tamaño menor de 5 cm, las de mayor tamaño son recirculadas a las chancadoras. El almacenamiento se da en la cancha de Pre homogenización y es de tipo "circular" con un diámetro aproximado de 108 m y una capacidad de 110,000 T. Esta forma circular de almacenaje permitirá tener una mezcla uniforme.

En la **Figura N° 02** se muestra una de las dos canchas de almacenamiento de la Planta Atocongo que proviene del área de chancadora secundaria.

FIGURA N° 02

PRE HOMOGENIZACIÓN EN PLANTA ATOCONGO



Fuente: Fotografía propia, 2017.

- 4) **Molienda y Homogenización.**- En esta parte del proceso la caliza Pre Homogenizada es llevada a través de las fajas transportadoras hacia los silos de molino de crudo donde se da la dosificación de materiales (caliza, sílice y mineral de fierro) y la reducción del material.

En la **Figura N° 03** se muestra el molino de bolas ubicado en la Planta Atocongo donde el material es reducido a un tamaño muy fino y adecuado, llamado crudo, a través de los molinos de rodillo, algunas veces se suele usar el molino de bolas. La emisión de polvo, partículas finas, es controlada a través de un filtro de mangas.

FIGURA N° 03

MOLINO DE BOLAS EN PLANTA NUEVA DE ATOCONGO



Fuente : Fotografía propia, 2017.

c) **Obtención de Clíncker.**- Esta parte del proceso se da a través de las dos líneas de operación que tiene la Planta Atocongo y que consiste en Precaentamiento, Clinkerización y Enfriamiento.

Para ello el proceso es el siguiente :

1) **Precaentamiento.**- El crudo que proviene de la etapa de homogenización ingresará por la parte masa alta de la torre del Pre Calentador para pasar a través de los ciclones que la conforman los cuales son calentados por los gases calientes que proviene del quemador del horno rotatorio. El objetivo de calentar al crudo es la de realizar la descarbonatación y transformación termo química del crudo.

2) Clinkerización.- Este proceso se da con el ingreso del crudo descarbonatado a los hornos rotatorios, los hornos son tuberías de acero con 5.20 y 5.5 metros de diámetro y 85 metros de largo, cuentan con un revestimiento interior de ladrillos refractarios para proteger a la estructura y evitar las pérdidas de calor, los hornos poseen una ligera inclinación de 3°, su velocidad de giro es de 4.5 rpm, la temperatura que se alcanza es de 1,450°C temperatura ideal para la formación del clinker, esta temperatura es obtenida de los quemadores del horno e inyectadas a contracorriente. En la **Figura N° 04** se muestra el Horno Rotatorio de Planta Atocongo construido en el año 2012 permitiendo de esta manera duplicar la producción de cemento en esta Planta de operación.

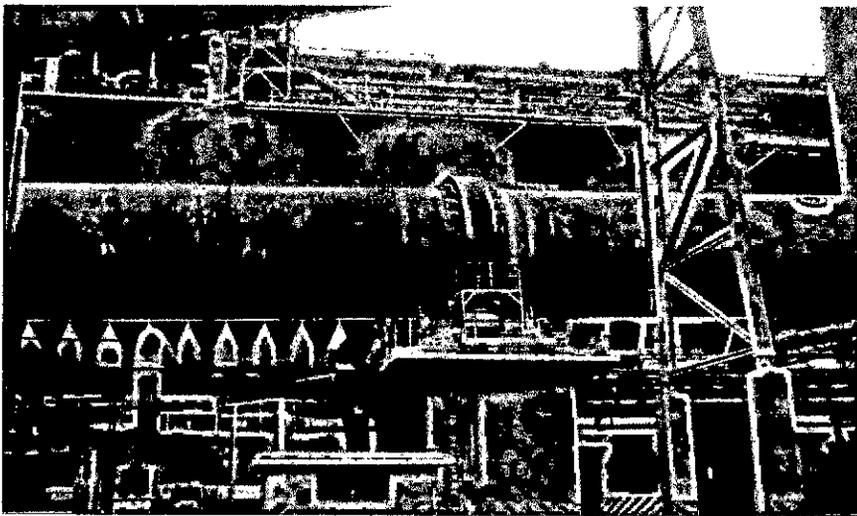
UNACEM utiliza desde el año 2007 gas natural como sustituto parcial del uso de carbón como combustible energético³, a raíz de esto se ha conseguido reducir las emisiones de (CO₂) en 100,000 toneladas de Dióxido de Carbono (CO₂) al año en promedio de acuerdo a la información proporcionada en la memoria anual del 2015 de UNACEM.

³ Memoria Anual de UNACEM 2015, pág. 59

Con la instalación de filtro de mangas se controla la emisión de material pulverizado. Los gases calientes del horno son reutilizados en la torre del pre calentador.

FIGURA N° 04

HORNO ROTATORIO N° 1 PLANTA NUEVA DE ATOCONGO



Fuente : Fotografía propia, 2017.

- 3) **Enfriamiento.**- En esta etapa el Clinker es enfriado de su temperatura de 1,200°C a 120°C. En la parte final de esta línea hay instaladas trituradoras de rodillos, los cuales reducirán del tamaño del Clinker a un tamaño máximo de 5 centímetros.

- d) **Molienda de cemento.**- Luego que el Clinker es colocado en la cancha de almacenamiento para que termine su proceso de enfriamiento, es

conducido a los molinos de bolas o prensas de rodillos de cemento para la obtención del cemento, las mezclas con los aditivos serán realizados de acuerdo al tipo de cemento que se quiera obtener. La emisión de polvos es controlado por un filtro de mangas.

e) Envasado y Despacho.- Luego de la etapa de molienda el producto final es conducido a través de las fajas transportadoras de la planta nueva de Atocongo hasta el área de envasado y despacho ubicado en la planta antigua de la Planta Atocongo. En esta área se cuentan con equipos de envasado automático que garantizan se obtenga el peso exacto de 42.5 Kg, por bolsa de cemento para el caso de la distribución del canal Ferretero convencional y moderno. En el caso del despacho del cemento a granel se realizan en camiones tipo bombonas o en bigs bags de 1.5 Tn, los cuales son cuidadosamente protegidos para evitar sean manipulados por terceros antes de llegar a su destino final.

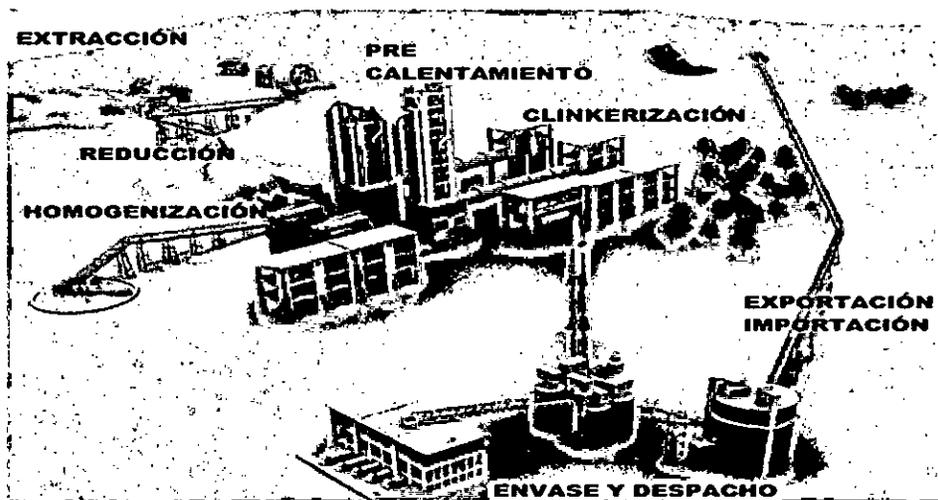
Por otro lado, en esta planta se cuenta con balanzas de plataforma calibradas para camiones. Las emisiones de polvo es controlado por filtros de mangas.

En la **Figura N° 05** se muestra de manera representativa la distribución de la producción de cemento que se realiza en Planta

Atocongo hasta su recorrido para las importaciones de materiales y las exportaciones de Clinker y cemento en el muelle de Planta Conchan.

FIGURA N° 05

DISTRIBUCIÓN DE PRODUCCIÓN DE CEMENTO, PLANTA ATOCONGO, UNACEM⁴



Fuente : UNACEM proceso productivo.

2.1.3 Comercialización de Productos

UNACEM, comercializa sus productos a nivel nacional a través de la Red de Ferreterías Progresol, hatunSol y Duravia.

Existen dos líneas de negocio :

⁴ Cementos Lima 2012, Proceso de producción de nuestros cementos – UNACEM.

a) Línea embolsada.- La cual es utilizada para abastecer al canal ferretero tradicional y moderno, los productos que se distribuyen son : “Cemento Andino”, “Cemento Sol”, “Cemento Atlas”, “Cemento Andino IP”, “Cemento Andino IPM”, “Cemento Andino tipo V” y “Cemento Apu”.

b) Línea de negocios de cemento a granel.- La cual es utilizada para abastecer a las empresas comercializadores de concreto premezclado, hidroeléctricas, mineras, petroleras, constructoras y empresas que fabrican derivados del cemento, los productos que se distribuyen son: “Cemento Pórtland tipo I, IP, IPM, GU y tipo V”

2.1.4 Exportación

Desde la Planta Antigua de la Planta Atocongo de UNACEM nace una faja transportadora subterránea de 8,5 Km que recorre los distritos de Villa María del Triunfo, Villa el Salvador y Lurín hasta llegar a su Planta Conchan donde se realizará el almacenamiento de materia prima, Clinker, Cemento para exportación. Así mismo, se cuenta con almacenamiento de carbón el cual es importado como fuente de energía para el proceso productivo. Estas operaciones se realizan a través del muelle Conchan de propiedad de UNACEM el cual se ubica en el kilómetro 24.5 de la carretera Panamericana Sur, distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima.

2.2 Telefónica Ingeniería de Seguridad

Telefónica Ingeniería de Seguridad (TIS), es una empresa que pertenece al Grupo Telefónica, su principal labor está dedicada al desarrollo de soluciones en Seguridad Tecnológica Integral para el cuidado de vidas y bienes que garantizan los servicios esenciales para la sociedad dando continuidad a los negocios.

TIS fue creada en 1984 como respuesta a la necesidad que tenía Telefónica de proteger todas sus empresas pertenecientes al Grupo luego de sufrir un atentado en su sede central ubicada en Rio Rosas, Madrid, España, el 18 de abril de 1982, por la agrupación terrorista ETA ocasionado daños considerables como la pérdida de los servicios de comunicación interprovincial, interurbano e internacional por varios días.

En los años 90 TIS consigue adquirir participación en empresas operadoras de redes de telecomunicaciones en países latinoamericanos tales como Chile, Argentina, Brasil, México y Perú, logrando de esta manera acompañar al Grupo Telefónica en su expansión internacional y por ello comienza a abrir filiales propias en distintos países de Latinoamérica. TIS Perú fue creada el 19 de diciembre de 1999.

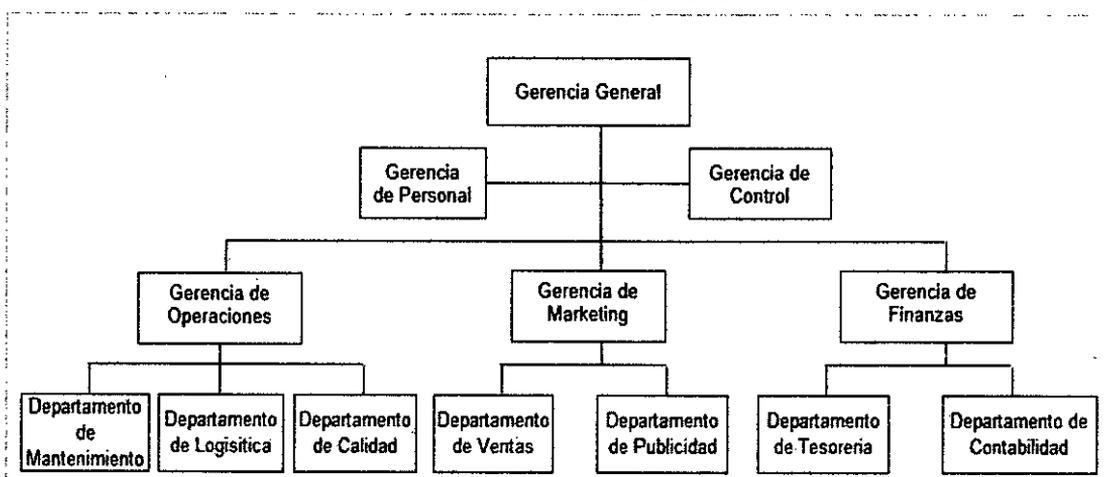
2.3 Organización de la Empresa

Telefónica Ingeniería de Seguridad tiene un modelo organizacional jerárquico, modelo en el cual se tienen identificadas la dependencia de las diferentes áreas de la organización liderada por un Gerente General. Este modelo permite a la organización tener una mejor asignación y un uso más eficiente de los recursos de la empresa para llevar a cabo las actividades que se necesitan para lograr los objetivos de la empresa.

En la **Figura N° 06** se muestra las diferentes áreas de la empresa, representando en un organigrama jerárquico.

FIGURA N° 06

ORGANIGRAMA DE TELEFONICA INGENIERIA DE SEGURIDAD SUCURSAL DEL PERU SAC



Fuente: Elaboración propia

2.4 Políticas de la Empresa

Una vez desarrollado los objetivos de la empresa se elaboran las estrategias que contribuirán con el alcance de los mismos. La misión, visión y políticas de calidad ayudan a conseguir tal cometido.

2.4.1 Misión

Telefónica Ingeniería de Seguridad S.A. sucursal del Perú, tiene como misión "Brindar un servicio de excelencia en la gestión de la seguridad de las personas y las empresas".

2.4.2 Visión

Telefónica Ingeniería de Seguridad S.A. sucursal del Perú, tiene como visión "Ser los Líderes en soluciones integrales de gestión de la seguridad a través del uso de la tecnología".

2.4.3 Políticas de Calidad

Telefónica Ingeniería de Seguridad Perú S.A., realiza una evaluación anual de todo su sistema integrado de gestión donde se evalúan los

indicadores correspondientes a la gestión macroeconómica del país y los indicadores claves propios de sus procesos, a fin de delinear las estrategias para el siguiente periodo.

Como resultado de esta evaluación y del análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, se revisan la Visión, Misión y Valores, los cuales son posteriormente difundidos a todo el equipo de trabajo para unificar esfuerzos y alcanzar los objetivos trazados.

De acuerdo con la política de calidad expresada e impulsada por la dirección de Telefónica Ingeniera de Seguridad Perú se establece y se aplica un sistema de calidad de acuerdo con los principios básicos de la Norma Internacional ISO 9001:2008

El sistema de calidad desarrollado por Telefónica Ingeniera de seguridad estimula y controla la aplicación efectiva de los procedimientos e instrucciones del desarrollo de actividades recogidas en los documentos correspondientes. Consideramos que cada uno de nosotros asume su responsabilidad con la calidad, orientando nuestras actividades al cumplimiento de los compromisos de mejora siguientes :

a) Compromisos Organizacionales.- Distinguir los servicios a través de una atención eficaz y esmerada, a fin de asegurar la satisfacción de sus clientes internos y externos. Mejorar continuamente los procesos a través de su Sistema de Gestión de la Calidad.

b) Compromisos de Alta Dirección.- Se detallan a continuación:

- Velar por el bienestar de sus colaboradores a través de la formación, motivación e integración.

- Garantizar el entendimiento y cumplimiento de la Política de la Calidad a todo nivel.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Realizar un estudio de la corrosión a la red de agua contra incendios del Edificio de Cabeza de la Faja tubular de la planta Atocongo a Conchan de UNACEM instalados por Telefónica Ingeniería de Seguridad en el año 2013 y que están protegidas con recubrimientos industriales: pintura epóxica rica en zinc Tipo II orgánica y pintura del tipo epoxi poliamida con aditivo GFK para minimizar y eliminar posibles daños por corrosión de la red contraincendios.

3.2 Objetivos Específicos

- 1) Determinar las causas y problemas de corrosión a los que pueden estar expuestas las estructuras metálicas de la red principal del sistema de agua contra incendios del Edificio de Cabeza de Faja tubular de la planta Atocongo a Conchan de UNACEM durante todo su recorrido.
- 2) Mostrar los parámetros de evaluación de inspección a todo el proceso de la aplicación de recubrimientos con pintura epóxica rica en zinc Tipo II orgánica y pintura del tipo epoxi poliamida reforzado con aditivo GFK de la red de agua contra incendios del Edificio de Cabeza de Faja tubular de la planta Atocongo a Conchan.

IV. RESUMEN

El presente informe detalla un estudio de la corrosión de las estructuras metálicas de la red de agua contra incendios de la Planta Atocongo de UNACEM instalados por Telefónica Ingeniería de Seguridad en el año 2013. El sistema de protección aplicado garantiza un tiempo de vida de diez años y comprende: i) Preparación de superficie al metal al blanco ii) Aplicación de dos capas de pintura, la primera capa base con el producto Jet Zinc Organic 850 a 4.0 mils y la capa final con Jet Pox 2000 GFK a 8.0 mils. En el capítulo 5.4 se detallan las propiedades de los recubrimientos.

Los problemas más comunes de corrosión de una planta cementera se presentan en el capítulo 5.2 donde se explican las posibles consecuencias de propagadores de corrosión. Así mismo, las evaluaciones y estado de las estructuras contra la corrosión de la red de agua contra incendios se presentan en el capítulo 8.1

Los parámetros de evaluación para la protección contra la corrosión están básicamente relacionados desde el momento de la protección superficial en taller hasta el desenvolvimiento en el tiempo de vida del recubrimiento en la actualidad, los parámetros a considerar se encuentran descritos en el capítulo 8.2.

V. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

5.1 Problemas de Corrosión en Planta Atocongó de UNACEM

El problema que ocasiona la presencia de corrosión en las estructuras metálicas de planta es la desintegración de los materiales metálicos que sumado al sobre esfuerzo que estos soportan por el endurecimiento de remanentes particulados de crudo, Clinker y cemento ocasionan que estas colapsen causando accidentes y pérdidas económicas por parada de planta y producción.

Se estima que los costos asociados a la corrosión en las plantas cementeras varían entre los \$ 100,000 a \$ 500,000 por año dependiendo de la severidad de los daños ocasionados por este fenómeno⁵.

En la **Figura N° 07** se muestra el desplome del techo estructural de depósito de bolsas cerca al área de envases, ocasionado por el sobre esfuerzo de su estructura y debilitado por el proceso avanzado de la corrosión.

⁵3L&T, Controlar la Corrosión Aumenta el Beneficio (Del Negocio y del Ambiente), 2012.

FIGURA N° 07

DESPLOME DE TECHO ESTRUCTURAL DEL ALMACÉN DE BOLSAS JUNIO 2017



Fuente : Fotografía propia, 2017.

5.1.1 Corrosión

Se define a la corrosión como el proceso de degradación de un material, normalmente un metal, debido a una reacción que este tiene con su ambiente por acción de la presencia de un ánodo, un cátodo y un electrolito como medio de conducción.

Para el caso de plantas cementeras se tiene :

- a) Degradación se refiere a destrucción del material, picadura, pérdida de peso, aumento de volumen, etc.

- b) Los materiales son las tuberías metálicas o los diferentes metales como el acero, aleación de hierro y carbono, que sirven para la construcción de las fajas transportadoras, plataformas, ciclones, etc.

- c) Ambiente se refiere a su ubicación geográfica y condiciones del proceso de operación.

La corrosión es un proceso o fenómeno natural que obedece a las leyes de la ciencia y que se da por una reacción electrolítica que involucra una transferencia de electrones desde alguna área de un metal a otra por medio de un electrolito.

Para que ocurra una reacción electrolítica necesariamente se debe tener la presencia de un electrolito, un ánodo, una vía metálica y un cátodo tal y como se presenta en la **Figura N° 08**. Los elementos de una celda electrolítica se pueden dar en cualquier superficie de los elementos metálicos.

FIGURA N° 08
CELDA DE CORROSIÓN⁶

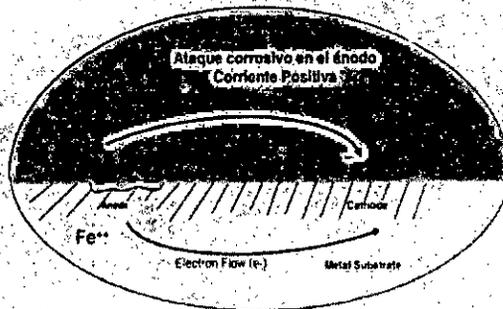


Figura 2 - Celda de Corrosión

Fuente : NACE, Manual del estudiante.

a) Electrolito. - Es el medio líquido o corrosivo que conduce la electricidad, en general la mayoría de los electrolitos se basan en agua, los electrolitos contienen iones de carga positiva o negativa.

b) Ánodo. - Es la parte del metal que se corroe y se disuelve en el electrolito en forma de iones positivos.



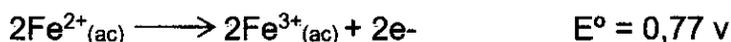
c) Vía Metálica. - Es la vía que une el ánodo con el cátodo por el cual circularan los electrones del ánodo al cátodo, sin esta vía metálica la reacción de corrosión no ocurriría.

⁶ Gráfico tomado de manual del estudiante NACE level 1

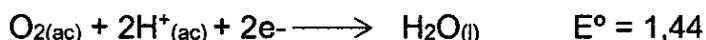
d) Cátodo.- Es la superficie metálica menos activa del electrodo, donde los electrones se consumen. Aquí tiene lugar la reducción del oxígeno atmosférico a agua según la reacción :



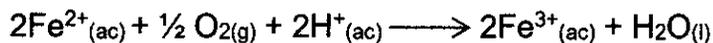
De tenerse los cuatro elementos mencionados se llevarán a cabo las reacciones indicadas para el caso del hierro y del acero. La segunda etapa corresponde a la formación de la herrumbre, donde el ion hierro (II) sale de la superficie del metal y migra a la gota de agua, donde se oxida a ion hierro (III), según :



De manera simultáneamente el oxígeno disuelto en el agua se reduce:



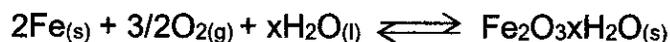
En la siguiente ecuación de la reacción global se puede apreciar que la reacción restablece los protones para que se pueda realizar la reacción de la primera etapa



5.1.2 Tipos de Corrosión de acuerdo a su PH

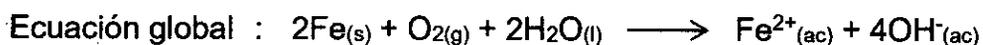
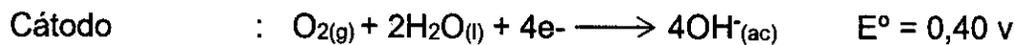
a) Corrosión del hierro en medio ácido

La reacción se da de la siguiente forma:



b) Corrosión del hierro en medio neutro y básico

Las reacciones se muestran a continuación y en la **Figura N° 09**:



Las ecuaciones de formación de la herrumbre se dan según las siguientes reacciones:

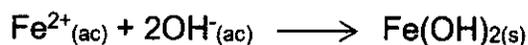
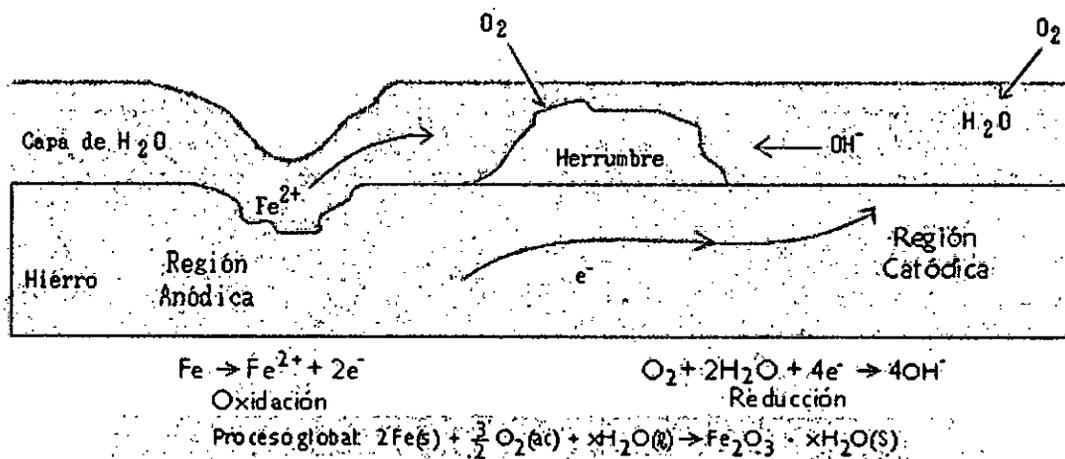


FIGURA N° 09

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CORROSIÓN EN MEDIO NEUTRO Y BÁSICO⁷



Fuente : Ciencia Ahora, N° 24, año 12

5.2 Agentes corrosivos más comunes

En las diferentes etapas de producción del cemento se observa emisión en grandes cantidades de material particulado de caliza, clinker y cemento los cuales mientras no estén en contacto con la humedad no son corrosivos por tener un pH altamente básico, caso contrario ocurre cuando estos remanentes entran en contacto con la humedad del agua llegan a convertirse en un potencial agresivo para el inicio del proceso de la corrosión.

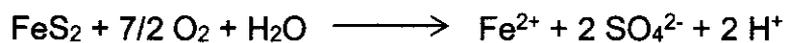
⁷ Ciencia Ahora, N° 24, julio a diciembre 2009. Corrosión del hierro en distintos tipos de agua, Fresia Chandía C., Sergio Hernández H.

Algunas de las especies corrosivas más comunes que se encuentran en una planta cementera son listadas abajo, acompañadas con una descripción de sus orígenes.

5.2.1 Carbón

El carbón utilizado como material combustible para los hornos de planta contiene diversas cantidades de azufre en forma de pirita Fe_2S , al estar en contacto con el agua se da lugar a la siguiente reacción, la cual acidifica el área de contacto y por lo tanto favorece a la formación de la corrosión.

Oxidación de la pirita



En el proceso de combustión de carbón, se producen una serie de contaminantes que alteran el medio ambiente, se producen gases de CO , CO_2 , SO_x , NO_x , O_3 , aldehídos e hidrocarburos los cuales contribuirán al inicio de la corrosión en la superficie del acero.

5.2.2 Mecanismos de corrosión en el sistema contra incendios

Los mecanismos de corrosión van a estar típicamente dividido en base a la corrosión por exposición al medio ambiente, corrosión por contacto de diferentes metales y corrosión por contaminación por sales solubles.

a) Corrosión por exposición del sistema de agua contra incendios al medio ambiente.- La corrosión del acero por exposición al medio ambiente se da principalmente por la presencia de una alta humedad relativa, exposición a gases de SO_2 y exposición a la brisa marina.

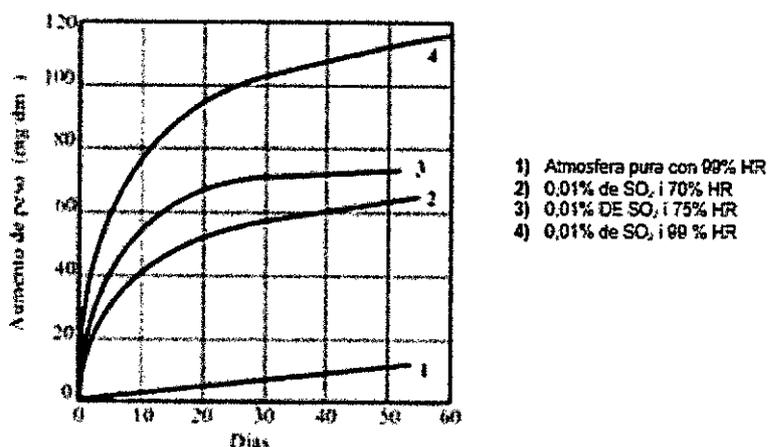
1) Humedad relativa.- Es la cantidad de humedad que hay en el aire comparado con la humedad que el aire puede mantener a esa temperatura. Cuando el aire no puede mantener toda la humedad, entonces se condensa como rocío, lo que ocasiona que el agua se deposite sobre la superficie del acero desnudo para dar el medio electrolito y se dé inicio al proceso de la corrosión electroquímica.

2) El SO_2 .- Es el elemento corrosivo más importante que hay en el aire de las zonas industriales principalmente por la quema de combustibles como el carbón y gas natural.

El comportamiento de la formación de corrosión en ambientes con una concentración de 0.01% de SO₂ y de HR variable se muestran en el Gráfico N° 02 obteniéndose una rápida formación de corrosión en ambientes altamente húmedos.

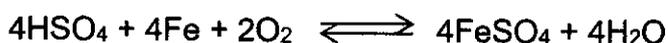
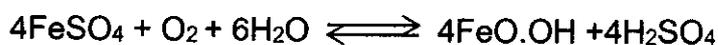
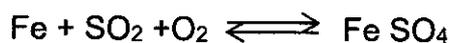
GRÁFICO N° 02

EFFECTO DEL SO₂ y DE LA HR SOBRE LA CORROSIÓN DEL HIERRO



Fuente : Vermon⁸

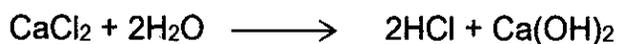
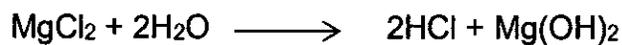
El mecanismo de reacción del hierro se podría dar en tres pasos :



⁸ Corrosión y protección, Autor Luis Bilurbina Alter, Francisco Liesa Mestres, José Ignacio Iribarren Laco, Edicions UPC, octubre 2003.

3) Exposición a la brisa marina.- El agua de mar contiene sales disueltas agresivas para el acero. Dentro de estas sales tenemos cloruro sódico (NaCl), cloruro de magnesio (MgCl₂), sulfato de magnesio (MgSO₄), sulfato de calcio (CaSO₄), cloruro potásico (KCl) y sulfato de potasio (K₂SO₄) los cuales viajan a través de la brisa marina y se depositan sobre la superficie del acero desnudo para dar inicio al proceso de la corrosión.

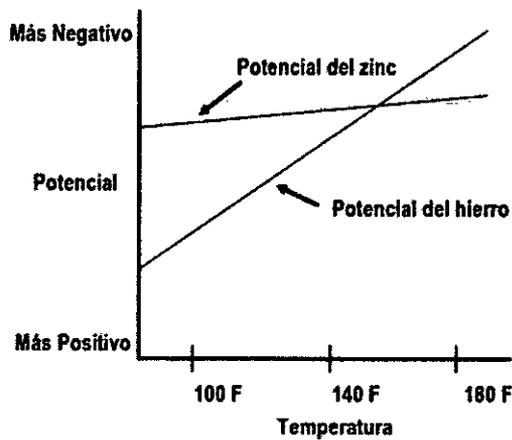
Las reacciones químicas que se dan con las principales sales marinas se describen a continuación :



b) Corrosión por contacto de diferentes metales.- Este tipo de corrosión se denomina corrosión galvánica y ocurre porque se ponen en contacto dos metales de diferente potencial eléctrico los cuales al ser conectados por un medio conductor eléctrico y una solución conductora como el agua ocasionan se dé inicio a la reacción química. El metal con menor potencial actúa como ánodo (polo negativo) y el de mayor potencial actúa como cátodo. El ánodo se oxida y produce iones positivos que se separan del metal y viajan hacia el cátodo, lo que se traduce en una pérdida de masa.

La velocidad de corrosión de estructuras cincadas con estructuras de hierro desnudo va a depender de la temperatura de acuerdo a lo indicado en la **Figura N° 10**.

FIGURA N° 10
CAMBIO INVERSO DEL POTENCIAL ZINC – HIERRO



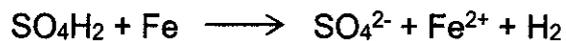
Fuente : NACE International 2004

De acuerdo a lo publicado por la NACE a “bajas temperaturas, el hierro es el cátodo y el zinc se corroe preferencialmente, a mayor temperatura, esta situación se revierte y el hierro se corroe”.

5.2.3 Efectos del Cemento

El cemento contiene una mezcla de silicato de calcio, aluminatos de Calcio, Ferro-Aluminatos de calcio y yeso. El yeso es un sulfato de calcio que

hidratado atacará al acero desnudo para comenzar el proceso de la corrosión.



Las capas de cemento que se forman por la emisión del proceso operativo del cemento sobre el acero serán consideradas de alta riesgo para las áreas del acero desnudo u otro tipo de protección debido a que al ser higroscópica el yeso dará las condiciones para que el proceso de corrosión se manifieste.

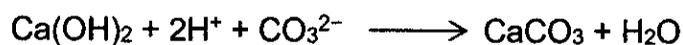
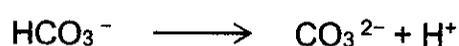
El Yeso, no ataca a otros metales como el aluminio, zinc o cobre, acero galvanizado, cincado ni a otros metales que utilizan recubrimientos industriales.

5.2.4 Efectos del Dióxido de Carbono

La quema de carbón y gas natural como fuente principal para la generación de energía son una de las principales fuentes de emisión de CO₂. La presencia de este gas de efecto invernadero ocasionara que se produzca la corrosión por carbonatación.

La corrosión por carbonatación es una especie de corrosión generalizada que se puede apreciar en las estructuras de acero. Este tipo de corrosión se caracteriza por que el dióxido de carbono, CO₂, presente en el aire atraviesa la pequeña capa de cemento depositado en las estructuras de acero de la red de contraincendios para reaccionar con el acero desnudo.

La capa de cemento que se depositó en la superficie de los metales será inerte al paso de la corrosión siempre y cuando no se encuentre disuelto en ellos agua u otra solución conductora. La presencia de agua en la superficie del metal ocasionara que se forme el ácido carbónico que reaccionara con el hidróxido de calcio para formar el carbonato de calcio y agua. Las reacciones para lo descrito son :



5.2.5 Efecto de las Sales Solubles

Son sales particularmente cloruros y sulfatos de calcio, magnesio y sodio que no son visibles al ojo humano y requieren de análisis para ser detectados.

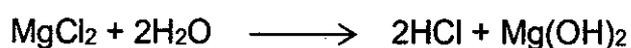
Las sales solubles pueden ser depositadas sobre las estructuras en el proceso de adquisición, manipulación del material antes de su instalación o montaje en obra, por ejemplo los materiales metálicos como planchas, tuberías de acero, ángulos, etc. en general vienen de importación y atraviesan largos caminos de embarque en el mar. Así mismo, se puede ocasionar su contaminación en la manipulación del material. Estos contaminantes por falta de conocimiento o por avance en las instalaciones de obra no son retirados adecuadamente por lo que se convierte en un foco de corrosión donde el acero se ve atacado de una manera silenciosa.

La mayoría de las sales contaminantes son higroscópicas (son capaces de absorber la humedad de su entorno) y pueden favorecer la corrosión sin que haya inmersión alguna de la superficie en un medio acuoso.

5.3 Mecanismos de Corrosión del Acero

El mecanismo de la corrosión para el acero al carbono, por alta humedad y presencia de sales se explica a continuación :

A condiciones ambientales con una humedad superior al 85% las sales reaccionan con la solución de agua para mostrar las siguientes reacciones químicas :



El producto que se obtiene de ambas reacciones es el HCl, el cual es un ácido fuerte altamente corrosivo. En su primer contacto con el vapor de agua se tornara altamente concentrado para atacar al acero y formar el FeCl_2 :



5.4 Mecanismos de protección previstos

El sistema de protección previsto se realiza utilizando recubrimientos industriales con la aplicación de una capa de pintura base y acabado, según lo indicado en la Especificación de Pintura N° 20 (Paint Specification N° 20 del 1 de Noviembre de 2004), de la SSPC : The Society for Protective Coatings.

5.4.1 Recubrimiento Epóxico Rico en Zinc Tipo II Orgánico

Este recubrimiento es una pintura epóxica rica en zinc orgánico de Tipo II, Nivel 1 en contenido de polvo de zinc con un porcentaje mayor o igual al 85% de peso de película seca y es usado como protector anticorrosivo de estructuras metálicas por su alto contenido de zinc.

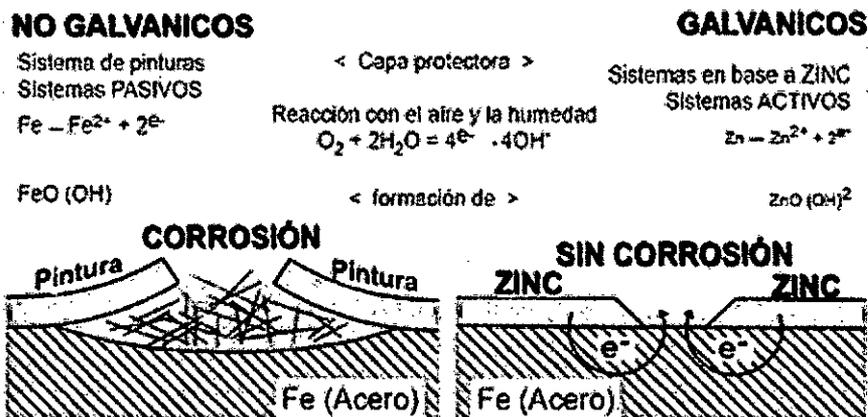
a) Jet Zinc Organic 850 : Descripción química.- Es un imprimante orgánico rico en zinc metálico que tiene una resistencia a una temperatura intermitente de hasta 204°C. Está compuesta de tres componentes:

- 1) Resina, es una mezcla de sílice, metil amina cetona, metil isobutil cetona y silicato de tetraetilo.
- 2) Catalizador, es una mezcla de xilenos y mezcla de isómeros
- 3) Polvo de Zinc

b) ¿Cómo trabaja el Jet Zinc Organic 850?- El zinc presente en la película seca reaccionara con la humedad del medio ambiente para formar el óxido de zinc, este se adhiere por diferencia potenciales sobre la estructura base metálica a proteger bajo el principio de protección catódica, sistemas activos tal y como se muestra en la **Figura N° 11**.

FIGURA N° 11

PROTECCIÓN CATÓDICA DEL FIERRO⁹



Fuente : TUBACERO

c) **Aplicación del Jet Zinc Organic 850 Gris 1689.**- Para la aplicación del recubrimiento se deben tener en consideración los siguientes aspectos :

- 1) **Preparación de superficie.**- En esta etapa se deben remover todos los restos de contaminantes visibles y no visibles (sales), posterior a ello las estructuras deben ser limpiadas con chorro abrasivo a presión hasta obtener una preparación de superficie según norma SSPC-SP5 grado metal blanco.

- 2) **Preparación del recubrimiento.**- En esta etapa los componentes de la pintura deben ser agitados por separado, resina y catalizador, para

⁹ TUBACERO Sede Uruguay.

homogenizar los productos y evitar la sedimentación de los sólidos por volumen. Para un buen manejo de la preparación se debe realizar una dilución del 12% con diluyente Jet ecopoxi 90, los componentes se mezclan resina, catalizador y polvo de zinc con agitación lenta constante para evitar la formación de grumos y aire atrapado que puedan perjudicar en el acabado del producto. La mezcla tiene un tiempo de vida de 16 horas a 16°C

La aplicación del producto puede ser realizado con equipos industriales tipo Airless 33,1 con boquillas de 0,021" a 0,023" con filtro de malla y de forma puntual con brochas especiales para recubrimientos epóxicos. El espesor de película seca que alcanza es de 3 a 5 mils.

5.4.2 Recubrimiento Epoxi Poliamida reforzado con Aditivo GFK

Este recubrimiento es una pintura del tipo epoxi-poliamida o epoxi-poliamidoamina de secado rápido y uniforme, con un mínimo de 80% de sólidos en volumen, reforzada con un mínimo de 800 g/galón de hojuelas de vidrio (glass flakes), con un tiempo de secado al tacto duro de 8 a 9 horas y repintado mínimo de 7 horas a 21°C, según Norma ASTM D1640.

Es ideal para ser usado en climas fríos (época de otoño e invierno) o cuando la temperatura ambiente sea menor a 18°C o cuando se desean minimizar los tiempos de secado y repintado entre capas (reducir los tiempos de aplicación). Muestra una excepcional protección contra la corrosión en ambientes industriales y marinos.

a) Jet Pox 2000 GFK : Descripción química.- Es un epóxico multipropósito de alta protección, resiste exposiciones de temperatura intermitente de hasta 177°C por lo que tiene características retardante de fuego (propiedades ignifugas). Está compuesta de tres componentes :

- 1) Resina, es una mezcla de Dióxido de titanio, talco, 2 – etoxietanol y aromático 100, mezcla.
- 2) Catalizador, es una mezcla de fenol, xilenos, mezcla de isómeros, Isopropanol, talco y Sulfato de bario.
- 3) Aditivo 16 GFK, es un compuesto de fibras vítreas artificiales.

b) ¿Cómo trabaja el Jet Pox 2000 GFK?.- Este recubrimiento puede usarse como capa base y acabado sobre imprimantes ricos en zinc, que por su alto contenido de sólidos le darán mayor espesor a la película seca de pintura. El aditivo 16 GFK permitirá aumentar la capa barrera contra el ingreso de la humedad y de esta manera aumentar la

protección del material a proteger contra la corrosión ocasiona por los factores de humedad del medio ambiente.

c) Aplicación del Jet Pox 2 000 GFK.- Para la aplicación del recubrimiento se deben tener en consideración los siguientes aspectos:

1) Preparación de superficie.- En esta etapa se deben remover todos los restos de contaminantes visibles y no visibles (sales), posterior se debe realizar un lijado del área a pintar usando lijas N° 100 y finalmente todo remanente de polvo debe ser retirado con aire a presión y con trapos industriales humedecidos con solvente.

2) Preparación del recubrimiento.- En esta etapa los componentes de la pintura deben ser agitados por separado, resina y catalizador, para homogenizar los productos y evitar la sedimentación de los sólidos por volumen. Para un buen manejo de la preparación se debe realizar una dilución del 20% con diluyente Jet ecopoxi 90, los componentes se mezclan resina, catalizador y aditivo 16 GFK con agitación lenta constante para evitar la formación de grumos y aire atrapado que puedan perjudicar en el acabado del producto. La mezcla tiene un tiempo de vida de 45 minutos a 21°C

La aplicación del producto puede ser realizado con equipos industriales tipo Airless 45.1, equipos que generen una presión de 3,000 PSIG en las boquillas de trabajo que pueden ser de 0,021" a 0,035" y de forma puntual con brochas especiales para recubrimientos epoxicos. El espesor de película seca que alcanza es de 8 a 20 mils.

5.5 Monitoreo de Corrosión

El monitoreo de la corrosión es una manera de determinar cómo los fluidos corrosivos existen en un ambiente específico a través de la medición, control y prevención de la corrosión. Mediante la inspección podemos determinar algunas formas de corrosión que pueden ser relativamente fáciles o difíciles de detectar y monitorear. Las inspecciones deben ser realizadas por personal especializado y calificado para determinar si los equipos o estructuras expuestas al medio ambiente todavía cumplen con los parámetros originales de diseño.

Existen muchos métodos de inspección y monitoreo de la corrosión que permitirá saber el estado de las estructuras :

- a) Inspección visual.
- b) Radiografía (rayos x)

- c) Ultrasonido
- d) Electromagnético
- e) Líquidos penetrantes y partículas magnéticas
- f) Exposición de la muestra
- g) Electroquímicos
- h) Análisis de química del agua
- i) Monitoreo de protección catódica

1) Análisis Químico :

- Medición de pH
- Medición de cloruros

2) Datos Operacionales :

- pH
- Humedad relativa
- Temperatura
- Adherencia

3) Monitoreo de Corrosión

- Resistencia al medio ambiente
- Monitoreo de Corrosión: Medición continua e Inspección visual programada
- Datos Operacionales : Formación de ampollas, presencia de corrosión, pérdida de adherencia, Tizamiento

Mediante programaciones de monitoreo de corrosión se determinara la magnitud de las posibles fallas, grado de deterioro u oxidación de las estructuras para detectar posibles daños por causas externas o propias del recubrimiento para tomar las acciones correctivas necesarias para su eventual reparación y evitar gastos innecesarios de mantenimiento que pueden ser controlados en esta etapa de monitoreo.

5.5.1 Necesidad del Monitoreo de Corrosión

La identificación y corrección de los daños ocasionados por la corrosión en equipos y estructuras metálicas de una planta representaran grandes ventajas en costo beneficios para una empresa que muy a menudo no suele tomar interés en el monitoreo de la corrosión.

Los beneficios que se podrían obtener por el uso de una adecuado técnica del control de la corrosión son :

- a) Identificar las zonas de alto impacto corrosivo dentro de planta que puedan ocasionar perdidas económicas por posibles paradas de planta por caídas de estructuras dañadas por la corrosión que no soportarían un sobre esfuerzo por su debilitamiento estructural.
- b) Identificar las causas de corrosión dentro de planta que puedan ser provocados por la actividad misma de planta.
- c) Determinar un tipo de recubrimiento y sistema que garantice la protección de los equipos y estructuras en zonas de alto impacto corrosivo en toda la planta.
- d) Evaluar el desempeño del recubrimiento en el tiempo con respecto a su protección contra la corrosión y aplicarlo a todos los equipos y estructuras de planta.
- e) Determinar costos asignados para mantenimiento fijos en la protección de la corrosión según el monitoreo establecido.

5.5.2 Técnicas de Monitoreo de Corrosión

Los métodos más usados para el monitoreo de corrosión en equipos y estructuras metálicas de una planta por exposición al medio ambiente son: i) Método Standard para la evaluación de adherencia por corte, según norma ASTM D6677 y ii) Método Standard para la evaluación del grado de ampollamiento, según ASTM D714

Estas técnicas de monitoreo de la corrosión son las más usadas para inspecciones de corrosión en planta y se caracterizan por ser fácilmente comprendidas e implementadas debido a que se obedecen a patrones ya establecidos y los instrumentos a usar son de fácil manipulación y uso.

i. EVALUACION DE LA ADHERENCIA POR EL METODO DE CORTE

Con el paso de los años las propiedades físicas y químicas de un recubrimiento se ven alteradas por la exposición de este al medio ambiente o a las mismas condiciones del servicio por las que fue diseñado. Ante este escenario es preciso controlar la adherencia del recubrimiento para ello el método más usado y que muy buenos datos proporciona es el método de la evaluación de adherencia por corte.

El método de corte, consiste en tomar una cuchilla y realizar un corte en forma de aspa. Las características del corte deben ser realizando dos trazos de 33,1 mm que deben ser interceptados en un ángulo de entre 30° a 45°, luego con la punta de la cuchilla intentar levantar el área de intercepción de corte. El grado de desprendimiento se comparara con la Tabla N° 1 de la norma ASTM D6677-07 (**Ver Anexo B**). Esta prueba debe hacerse tantas veces se obtengan valores representativos sobre el área a evaluar.

ii. EVALUACIÓN DEL GRADO DE AMPOLLAMIENTO

El ampollamiento es un defecto que se da en los recubrimiento y se manifiesta por la formación de una ampolla que tiende a desprenderse por falta de adherencia sobre la estructura que protege y que es ocasionada por la presencia de agua atrapada entre el material y la capa de pintura o entre capas de pintura, también se puede manifestar porque se realizó la protección sobre la estructura sucia contaminada con grasa o aceite. La falta de secado de la película entre mano y mano es también una de las causas de ampollamiento.

Para determinar el grado de ampollamiento de una capa de recubrimiento sobre la estructura a proteger se siguen los parámetros visuales indicados en la norma ASTM D 714 (**Ver Anexo A**).

El registro de la norma de referencia ha sido calificado en cuatro pasos en cuanto a su tamaño en una escala numérica del 10 a 0. Nótese que el número 10 indica que no hay ninguna formación de ampollas, mientras que la referencia patrón indica recién un valor a partir de la formación de ampollas N° 8 que indica que el tamaño de la ampolla es pequeño y que puede ser percibido fácilmente a simple vista. Los patrones de compresión N° 6, 4 y 2 representan progresivamente tamaños más grandes.

VI. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA EMPRESA

Para el desarrollo de las actividades descritas Telefónica Ingeniería de Seguridad desarrolla cuatro pilares fundamentales, los cuales son :

a) Prevención.- Se trata de poner medidas de control que permitan evitar que las amenazas se materialicen.

b) Detección.- la detección temprana de un riesgo o de un ataque es fundamental para poder reaccionar y mitigarlo con el mínimo impacto posible. Identificamos los sistemas de detección más adecuados para cada cliente en función de la naturaleza de sus riesgos, sean físicos o lógicos.

c) Reacción.- una vez que una determinada amenaza se materializa y es detectada, lo más crítico es disponer de mecanismos de reacción ágiles que contrarresten sus efectos o proporcionen alternativas para garantizar la continuidad del servicio.

d) Análisis.- Comprender los riesgos, sus impactos y las causas que los han provocado (las amenazas o las vulnerabilidades de su infraestructura) son procesos imprescindibles para garantizar un ciclo de mejora. Dispone de

sistemas de análisis y correlación de datos avanzados que permiten facilitar esta labor e identificar nuevos patrones de ataque y medidas de control.

Las principales actividades que realiza Telefónica Ingeniería de Seguridad son :

6.1 Seguridad Tecnológica de la Información y Anti Fraude

La información es uno de los activos más importantes de las empresas, esta data es valiosa para las empresas y deben ser guardadas y controladas celosamente por las empresas debido a que en esta controlan su cartera de clientes, propiedad intelectual, costos, precios, ofertas, cuentas bancarias u otra información valiosa para su modelo de negocio. Para esto Telefónica implanta medidas preventivas y reactivas destinadas a preservar y proteger la confidencialidad, la disponibilidad e integridad de la información.

Por otro lado, Telefónica a través del uso softwares que pueden ser controlados por dispositivos móviles garantizan la seguridad de la información y antifraude, las ventajas de la instalación de estos aplicativos son :

- Criterios de activación y alertas personalizadas
- Sensor de imagen
- Monitorización a través de video
- Servicios basados en geolocalización
- Gestión y trazabilidad de flotas, personas y mercancías para incrementar su seguridad.

Otros softwares están orientados a la solución para la gestión y monitorización de flotas de vehículos, así como de empleados y mercancías. Telefónica Ingeniería de Seguridad ofrece este servicio que tienen las siguientes características:

- Logística de proyecto
- Implantación e instalación
- Soporte para clientes
- Soporte técnico para integraciones y proyectos

6.2 Contra Incendios

Consiste en la instalación de un sistema automatizado de ataque rápido para minimizar, controlar y extinguir los daños que pueden ser

ocasionados por un incendio en una planta industrial, edificio u oficina que tiene como fin proteger a las personas y bienes materiales.

La red contra incendios se caracteriza por ser una instalación de una red de tuberías de Schedule 40 presurizada con agua a 120 psi, la presión dependerá del área de trabajo y cuya presión es proporcionada por una bomba contra incendios ubicado en un cuarto de bombas, el acoplamiento de las tuberías se realiza con acoples listados y aprobados con certificación UL y FM, la red es suspendida del techo y paredes del área a proteger con soporteria metálica y es completamente recubierto con pintura epoxica para su protección contra la corrosión. Al final de los ramales se instalan rociadores y gabinetes con mangueras contra incendios lo que dependerá del alcance del diseño del sistema a proteger.

La instalación de estos sistemas es crítico debido al crecimiento económico e industrial del país lo que trae como consecuencia construcción de más centros comerciales, edificios, oficinas, expansión de plantas, etc. y que necesariamente para que entren en funcionamiento deben ser aprobados por Indeci a través de las NTP y NFPA para operar.

6.3 Video Vigilancia CCTV

La instalación de cámaras de seguridad a través de un circuito cerrado de CCTV se trata de una instalación de componentes directamente conectados, que crean un circuito de imágenes que no puede ser visto por otra persona fuera de él. Se diferencia de la emisión de señales de televisión ordinarias en que éstas pueden ser vistas por cualquiera con una antena u otro equipo para recibirlas, mientras que el CCTV no.

Este tipo de sistemas de Cámaras de seguridad tiene una alta demanda en edificaciones nuevas y plantas industriales para el control de la seguridad en sus actividades cotidianas.

VII. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA EMPRESA

7.1 Actividades cotidianas

Realizar el aseguramiento del control de la calidad para la protección contra la corrosión de todas las estructuras metálicas y tuberías de SCH 40 del sistema de agua contra incendios.

El aseguramiento de la calidad para la etapa de protección contra la corrosión incluye :

- a) Elaborar los procedimientos de aplicación de pintura en base a las especificaciones técnicas de los clientes.
- b) Seleccionar los talleres de recubrimientos para realizar los trabajos de aplicación de pintura que cumplieran las exigencias del cliente.
- c) Gestionar y realizar las pruebas de arranque de pintura en taller a cargo de los proveedores de pintura, las pruebas son :
 - 1. Análisis de conductividad y granulometría del abrasivo
 - 2. Medición del perfil de rugosidad

3. Determinación de la presencia de humedad aire comprimido
4. Homologación de pintores y retocadores
5. Inspección de las cabinas de granallado y pintado
6. Medición de la humedad relativa
7. Medición de espesor de película humedad y seca
8. Verificación y corrección de defectos de aplicación
9. Liberación en taller de estructuras pintadas bajo supervisión
10. Montaje de estructuras y tuberías en obra
11. Resanes de pintura en obra

d) Gestionar las liberaciones de toda la protección superficial del sistema instalado con el cliente o usuario final.

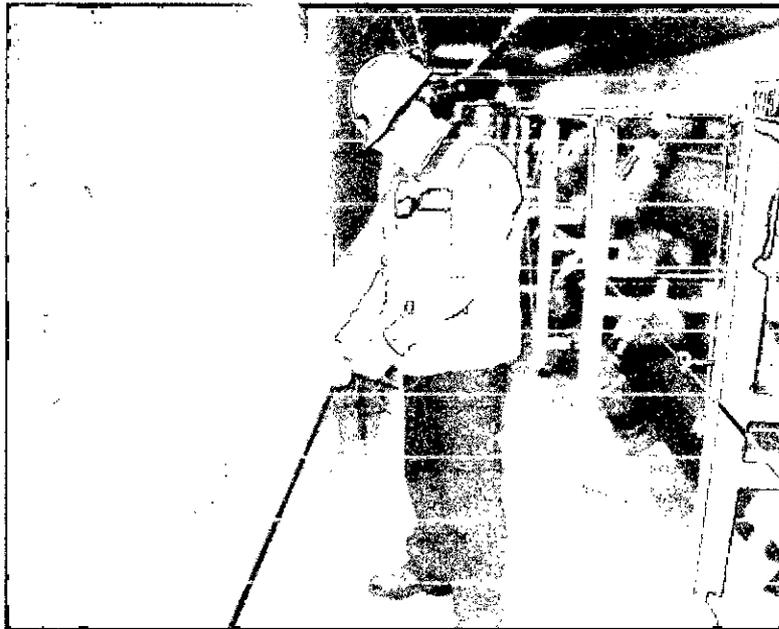
7.2 Aporte realizado en beneficio de la empresa

Estandarizar el proceso de protección superficial contra la corrosión de todos los materiales, estructuras y tuberías que forman parte de una instalación de un sistema de agua contra incendios para todos los proyectos de la empresa a través de la aplicación de recubrimientos industriales que garanticen su protección exterior por el contacto con el medio ambiente.

En la **Figura N° 12** se muestra la inspección del comportamiento de los recubrimientos en el paso del tiempo en la faja tubular de Planta Atocongo a Conchan con la medición de espesores de película seca.

FIGURA N° 12

MEDICIÓN DE ESPESOR DE PELÍCULA SECA DE PINTURA



Fuente : Fotografía propia en la inspección de la faja tubular, 2013.

En la **Figura N° 13** se muestra la inspección de las condiciones ambientales dentro de Planta Atocongo de UNACEM para determinar el comportamiento de los recubrimientos con el cambio de la temperatura de superficie, temperatura de rocío y humedad relativa.

FIGURA N° 13

**MONITOREO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN PLANTA
ATOCONGO**



Fuente : Fotografía propia inspección de la humedad relativa, 2017.

VIII. EVALUACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de este capítulo será evaluar las causas de los daños ocasionados por la corrosión y mostrar los parámetros de evaluación en las etapas de inspección del proceso de protección superficial de todas las estructuras metálicas de la red principal del sistema de agua contra incendios del Edificio de Cabeza de Faja tubular de la planta Atocongo a Conchan de UNACEM para minimizar y eliminar los posibles daños de la corrosión en el sistema de agua contraincendios.

Los problemas de corrosión que se tienen dentro de la planta Atocongo ocasionan serios problemas inesperados como caída de estructuras que forman parte de techos de almacenes o caída de edificaciones de las fajas transportadora trayendo consigo que se den pérdidas económicas por parada de planta inesperada.

8.1 Evaluación de corrosión en la red contra incendios

La inspección del monitoreo de control contra la corrosión de la red de agua contra incendios instalado en el 2013, presenta una leve muestra de corrosión con un 2% en tuberías protegidas con recubrimiento epoxico, el cual incluye un sistema de pintura especificado: i) Primera capa base con jet

zinc orgánico a 4,0 mils y ii) Capa final con jet pox 2000 GFK a 8,0 mils con un espesor final de 12,0 mils. Así mismo, el sistema de pintura presenta tizamiento y opacamiento del acabado semimate del recubrimiento epoxico.

En la **Figura N° 14** se muestra una comparación del estado del recubrimiento con el paso del tiempo en estructuras del sistema de agua contra incendios de la Faja tubular y el techo del área de Despacho.

FIGURA N° 14
CORROSIÓN EN ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE ACI



Fuente : Fotografía propia inspección de la corrosión en la faja tubular. Imagen de la izquierda tomada en el año 2013 e imagen de la derecha tomada en el año 2017.

También, se aprecia la formación de una capa de cemento en las tuberías de la red contra incendios que al ser retirado se observaba que el recubrimiento mantiene sus propiedades originales. En la **Figura N° 15** muestra la formación de esta capa en la inspección realizada en el año 2017 del sistema de tuberías instaladas en el año 2013.

FIGURA N° 15

FORMACIÓN DE UNA CAPA GRUESA DE CEMENTO EN LA LÍNEA DE ACI INSTALADO EN EL AÑO 2013



Fuente : Fotografía propia, 2017.

Para identificar el grado de adherencia de los recubrimientos a los sustratos metálicos y determinar el grado de corrosión se siguen los pasos descritos en el **Anexo B**.

Otro punto que se pudo apreciar en el monitoreo de la corrosión de la inspección del sistema aplicado en el 2013 es la presencia de corrosión en ramales de tuberías con accesorios, codos roscados. En la **Figura N° 16** se muestra la presencia de corrosión.

FIGURA N° 16

CORROSIÓN EN INSTALACIÓN ACI AÑO 2013



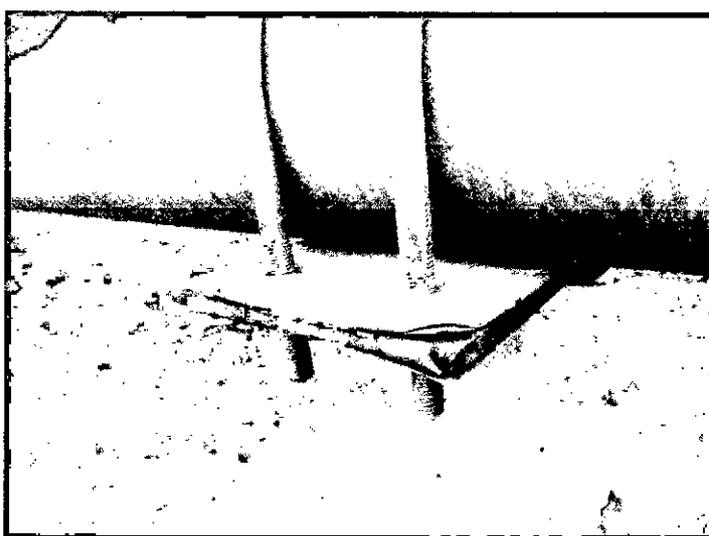
Fuente : Fotografía propia, 2017.

Los soportes pintados en obra presentan corrosión en filos. En la **Figura N° 17** se muestra la presencia de corrosión y fallas por adherencia en filos cortantes presentes en soportes metálicos de la línea de agua contra incendios. Por otro lado, las abrazaderas metálicas que inicialmente fueron cincadas mantienen sus propiedades de protección debido al depósito de

una capa de cemento que funciona como capa protectora sobre la protección contra la corrosión.

FIGURA N° 17

CORROSIÓN EN FILOS CORTANTES EN SOPORTES INSTALADOS EN EL 2013



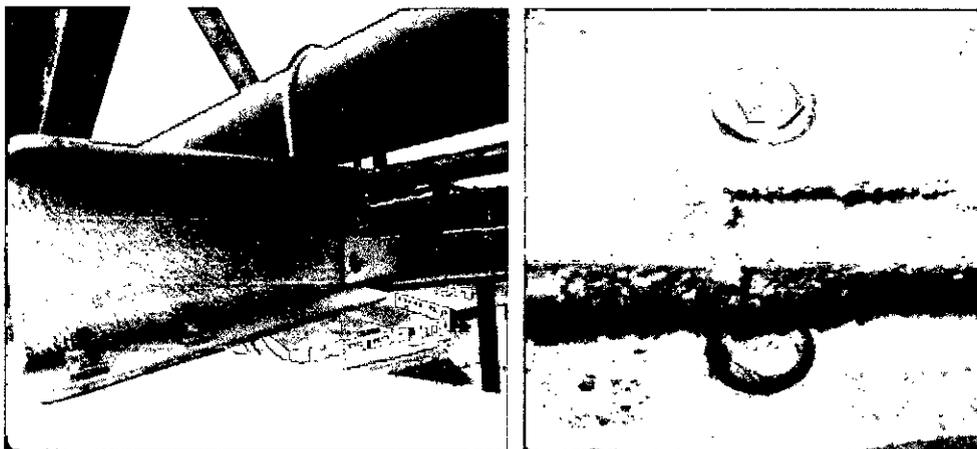
Fuente : Fotografía propia, 2017.

En la **Figura N° 18** se muestra la presencia de corrosión en pernos, abrazaderas y arandelas cincados instalados para sujetar y sostener la línea de agua contra incendios.

Se aprecia que la corrosión se presenta en el contacto del material cincado con la parte metálica descubierta en fierro negro de los agujeros de los soportes.

FIGURA N° 18

CORROSIÓN GALVÁNICA DE PERNOS Y ARANDELAS



Fuente : Fotografía propia, 2017.

8.2 Parámetros de Evaluación para el Control de Corrosión

Los parámetros a considerar para la evaluación del control de la corrosión están básicamente relacionados desde el proceso de aplicación de los recubrimientos y su desempeño en el tiempo. Para tal fin se describen los parámetros durante todo el proceso.

8.2.1 Análisis de Conductividad del Abrasivo

El análisis del abrasivo a utilizar es fundamental para la preparación de superficie con chorro abrasivo a presión. La causa de su análisis es determinar la presencia de sales que puedan estar contenidas en el abrasivo

y que debido al impacto de la presión en el proceso de limpieza puedan adherirse sobre la superficie del metal para quedar atrapados bajo la capa base de pintura que con el paso del tiempo reaccionara con la presencia de humedad para comenzar el proceso de la corrosión.

De acuerdo a la norma SSPC-AB2 el valor de conductividad debe ser menor a 1 000 μ siemens/cm para abrasivos metálicos reciclados, para el caso de estudio se utiliza granalla de acero.

Las evaluaciones del análisis de conductividad son realizadas por el proveedor de pintura. En el **Anexo C** se muestran los resultados de evaluación con valores de 115 a 120 μ siemens/cm para el caso de estudio del proyecto de instalación de la red de agua contra incendios en la faja tubular de UNACEM los cuales son aceptados.

En caso de obtener valores por encima de los 1 000 μ siemens/cm se rechaza el abrasivo hasta cambiarlo.

Suele ocurrir que el abrasivo se contamina porque las estructuras a limpiar ingresan a las cabinas con manchas de grasa o aceite contaminando de esta forma al abrasivo.

8.2.2 Control de la Humedad y Punto de Rocío

En todo momento de la preparación de superficie se verifica que se cumplan con las condiciones ambientales donde la humedad relativa debe ser menor al 85% y la diferencia entre la temperatura de superficie y de rocío deben ser mayor de 3°C. Las condiciones ambientales se monitorean de forma periódica para evitar que el agua condense y se deposite sobre la superficie preparada y de esta forma evitar que pueda quedar atrapada debajo de la capa base de pintura.

Para un adecuado monitoreo de la humedad se siguen los pasos descritos por la norma ASTM E337-02. En el **Anexo D** se describe cómo usar el psicrómetro para medir la humedad.

8.2.3 Pre - preparación de Superficie

Como primer paso, realizar el lavado de todas las estructuras antes de su ingreso a la cabina de granallado para ello utilizar detergentes industriales biodegradables para retirar todo resto de grasa o aceite y sales.

Las estructuras del proyecto de Planta Atocongo de UNACEM se lavan con Deterjet 20, que es un detergente biodegradable fabricado por la

marca QROMA, el cual es un producto que no emite gases tóxicos, no irrita la piel ni la vista, es utilizado de manera manual o con equipo de hidrolavado¹⁰. Para su preparación se diluye el Deterjet 20 con agua potable en las proporciones de 1 a 20 respectivamente y para el enjuague se utiliza abundante agua tal y como se muestra en la **Figura N° 19**.

FIGURA N° 19

LAVADO DE TUBERÍAS



Fuente : Fotografía propia, 2013.

a) Consideraciones ambientales

Las cargas presentes de los efluentes son sales solubles e insolubles, pequeños restos de aceite o grasa y lodo. Estos efluentes no siguen un tratamiento especial y son desechados de manera directa a la línea de

¹⁰ QROMA, Marzo 2013. Hoja técnica del Deterjet 20.

desagüe o son utilizados como agua de riego para reducir la emisión de polvo en áreas del Taller que no presenten losas de concreta.

Como medio de protección al medio ambiente por el desarrollo de la actividad de lavado de materiales se recomienda realizar un tratamiento de sus efluentes similar al del tratamiento de efluentes de empresas de lavado de automóviles¹¹ proceso en el cual se separan altas cantidades de restos de grasa, aceite y lodo.

La secuencia es la siguiente:

i) Desarenado del agua, conducir el agua residual del lavado de estructura hasta un poso desarenador a través de un canal, el cual tendrá rejillas para atrapar algunos restos sólidos. En esta etapa también se logra sedimentar los sólidos en el fondo del agua cuando se les deja reposar.

ii) Recoger la grasa, aceite y lodos. A través de una trampa de grasa y aceites se retiran estos contaminantes y los sólidos que se depositan en el fondo del agua son retirados. El fluido libre de estas impurezas debe impulsado a través de bombas.

¹¹ Tavera García Jorge, Torres Burgo Jenny. Manejo, Tratamiento y Rehusó del agua en la estación de lavado de vehículos "los ángeles" Kennedy, Bogotá, Colombia 2015.

iii) Dosificar el agua con agentes químicos, coagulante, floculante y clorox para retirar restos de impurezas en los efluentes no visibles.

iv) Clarificar y Almacenar el agua para ser rehusado para el mismo procedimiento de lavado de tuberías o en su defecto utilizarlo para el riego de las áreas verdes de la planta.

Los lodos obtenidos así como los restos de grasa y aceite del proceso de tratamiento de efluentes pueden ser enviados a empresas especializadas para su tratamiento especializado.

Por otro lado, en Obra los daños ocasionados al medio ambiente por el uso del Deterjet 20 son mínimos, los residuos que se generan son mayormente de trapos industriales y escobillas los cuales se desechan al punto de acopio designados por UNACEM.

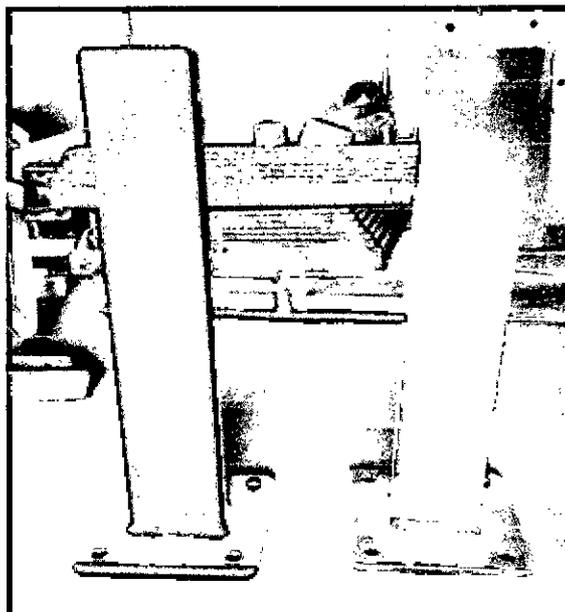
8.2.4 Preparación de Superficie

Una vez completado el lavado de las estructuras se ingresan los materiales a la cabina de granallado donde se procederá con la limpieza con chorro abrasivo al grado metal blanco de acuerdo a lo indicado por la norma

SSPC-SP5 tal y como se aprecia en la **Figura N° 20** donde además se realiza una comparación de superficies preparadas con chorro abrasivo a presión utilizando granalla de acero como abrasivo la cual es una mezcla de granalla tipo esférica y angular. El grado de preparación obtenido es al metal blanco de acuerdo a la norma SSPC-SP5.

FIGURA N° 20

LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO



Fuente : Fotografía propia, 2013.

La verificación del grado de limpieza será utilizando la guía de referencia de la norma SSPC-VIS1 (**Ver Anexo E**) y dependerá mucho de la experiencia del supervisor. En caso la preparación no cumpla con el grado

de limpieza se rechaza la estructura hasta obtener el grado de preparación requerido.

8.2.5 Medición del Perfil de Rugosidad

El perfil de rugosidad es la media diferencial entre los picos y valles formados por el impacto del chorro abrasivo sobre la estructura. El perfil de rugosidad estará relacionado con el espesor del recubrimiento a aplicar, debido a que algunos recubrimientos solo cubren ciertos espesores de película seca, superado estos valores los recubrimientos tienden a rajarse "crackear".

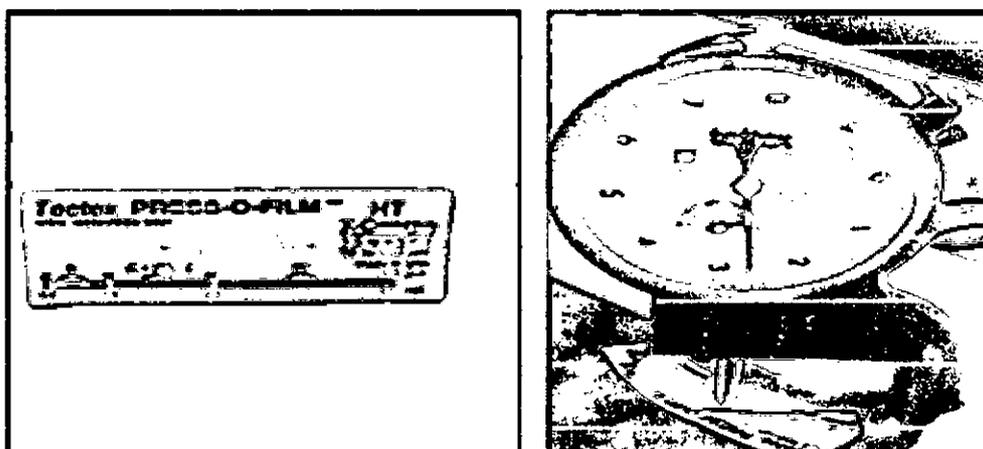
La acumulación de pintura se da en los valles de la rugosidad, caso contrario ocurre en los picos de la rugosidad donde el espesor es menor a lo recomendado, ambos casos son considerados focos de corrosión.

Mediante el uso de la guía ASTM D4417 método C, se realiza la medición en campo del perfil de rugosidad. Para el proyecto de UNACEM se requirió obtener un perfil de rugosidad de entre 1,5 a 2,6 mils de acuerdo a sus especificaciones de pintura.

En la **Figura N° 21** se muestra la lectura del perfil de rugosidad realizada en una de las estructuras del proyecto de UNACEM. En el **Anexo E** se explica la medición de perfil de rugosidad con equipo.

FIGURA N°21

MEDICIÓN DEL PERFIL DE RUGOSIDAD EN SUPERFÍCIE PREPARADA



Fuente : Fotografía propia, 2013.

8.2.6 Determinación de Sales en Superficie Preparada

Como se ha descrito en el capítulo 5.2.5 el contenido de sales es un peligro para el tiempo de vida de las estructuras metálicas, por ello es recomendable su control durante toda la etapa de protección superficial.

El método Swabbing quantab es el método que se utiliza para la identificación de iones cloruros en la superficie del metal recién preparado, la

cantidad permitida para superficies inmersas es de 30 ppm mientras que para superficies expuestas se permite un valor de 50 ppm, valores proporcionados por la norma SSPC–Guía 15.

Los valores que se obtienen en la inspección están entre 10 a 30 ppm para el proyecto en mención, valores aceptados por la norma internacional que garantizan un área libre de sales contaminantes. En el **Anexo F** se describe el procedimiento de esta prueba.

8.2.7 Aplicación de pintura

Las pinturas son una mezcla de cargas, resinas y solventes que con el paso del tiempo los solventes tienden a evaporarse de la mezcla y las resinas con las cargas tienden a depositarse en forma de película seca.

La aplicación de pintura se realiza en taller utilizando un equipo eléctrico Airless 45.1 estos equipos son de alta presión y pulverizan la pintura con poca dilución. Para la aplicación se deben seleccionar las boquillas adecuadas que garanticen un abanico adecuado y carga necesaria para garantizar los espesores adecuados de pintura y evitar el desperdicio de material. Para la aplicación de la pintura base Jet Zinc Organic y La capa acabado con Jet Pox 2000 GFK se deben utilizar boquillas 515 por la gran

cantidad de solidos que presentan, esto quiere decir que el ángulo del abanico es de 50° y un diámetro del orificio de la boquilla de 0.015".

Durante la aplicación de pintura se deben controlar los espesores de película humedad usando un medidor elcometer el valor en húmedo a medir es de 6.0 mils para la base y 8.0 mils para la pintura de acabado. Este proceso que debe ser controlado para obtener los espesores de película seca deseado de 12.0 mils. En el **Anexo G** se muestra como realizar la medición en húmedo.

En la **Figura N° 22** se aprecia la aplicación de pintura de las estructuras metálicas del proyecto tanto en taller como en obra.

FIGURA N° 22

MEDICIÓN DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA



Fuente: Fotografía propia, 2013

a) Condiciones de Seguridad

La aplicación de pintura se realiza en talleres especializados en recubrimientos industriales previo a su traslado a obra quienes en todo proceso deben cumplir los siguientes parámetros de seguridad, salud y medio ambiente:

1. Almacenar las pinturas bajo techo y sobre parihuelas de madera con temperaturas indicadas en las fichas técnicas de las pinturas.
2. Manipular las pinturas con guantes de neopreno así como máscaras para vapores orgánicos.
3. Utilizar equipos de protección personal que se requieren para el tipo de trabajo específico a ejecutar, como traje Tybet, taponés, lentes, botas, etc.
4. Revisar las hojas de Seguridad MSDS de los productos a usar y colocar en un lugar de fácil consulta en el área de trabajo. Cubrir el suelo con plástico el área donde realizara la preparación de pintura para evitar derrames al suelo y evitar contaminar el suelo.
5. En Taller externo, las cabinas de pintura deben tener campanas extractoras para retirar los vapores orgánicos volátiles (COV del Jet Pox 2000 de 182.2 g/L) presentes en el medio de trabajo por el rociado de la pintura a presión, secado y curado de las pinturas. Así mismo las

cabinas de pintura deben mantenerse ventiladas para evitar que la concentraciones de componentes orgánicos volátiles aumente.

6. En obra la aplicación de pintura debe ser realizada con brocha y en espacios abiertos no confinados.

b) Control de emisión de vapores orgánicos volátiles

La aplicación de pinturas industriales es un proceso que no es muy amigable con el medio ambiente debido a las grandes emisiones de componentes volátiles (COV) y residuos altamente peligrosos que se generan por su presencia en las pinturas y solventes. En la **Tabla N° 1** se muestran los valores de COV de la mezcla de pinturas a usar para el proceso de recubrimientos de pintura donde el valor más alto es el del diluyente unipoxi con un valor de 884 g/L.

TABLA N° 1

VALOR DE COV DE MEZCLA DE LAS PINTURAS DEL PROYECTO

Producto	COV Mezcla (g/L)
Jet Zinc Organic 850	270
Jet Pox 2000 GFK Rojo Ral 3020	133
Diluyente Unipoxi	884

Fuente: Elaboración propia

En el pintado de las estructuras del proyecto se eliminan los vapores orgánicos presentes en las cabinas de pintura del Taller expulsándolos al medio ambiente a través de las campanas extractoras instaladas en el interior de las cabinas de pintura.

Los valores permitidos de COV en el aire se muestran en la **Tabla N° 2**, teniendo como un valor máximo de 2µg/m³ de COV.

TABLA N° 2
ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2.5 MICRAS

Parametro	Periodo	Valor	Vigencia	Formato	Método de Análisis
Benceno ¹	Anual	4µg/m ³	1 de enero de 2010	Media aritmética	Cromatografía de gases
		2µg/m ³	1 de enero de 2014		
Hidrocarburos Totales (HT)	24 horas	100 mg/m ³	1 de enero de 2010	Media aritmética	Ionización de la llama de hidrogeno
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50 µg/m ³	1 de enero de 2010	Media aritmética	separación Inercial filtración (gravimetría)
	24 horas	25 µg/m ³	1 de enero de 2014	Media aritmética	separación Inercial filtración (gravimetría)
Hidrogeno Sulfurado (H ₂ S)	24 horas	150 µg/m ³	1 de enero de 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

¹ Único compuesto Orgánico Volátil regulado (COV)

Fuente: Ministerio del Ambiente

Para controlar la emisión de estos gases se propone realizar un tratamiento químico a estos gases tomando en cuenta las siguientes

consideraciones dadas por ISAGEN Colombia, Energía Productiva¹²: i) Separar los COV de la corriente de gas, para su posterior captura y recuperación o ii) Quema de COV. Estas consideraciones propuestas serán válidas y se podrían implementar siempre y cuando se tenga el respaldo de la regulación existente en el Perú.

i) Separación de los compuestos de la corriente de gas, a través de las etapas de adsorción, absorción y condensación de los COV para su posterior reutilización.

1. Adsorción; Consiste en remover los COV al hacer pasar el gas a través de un lecho de partículas sólidas de carbón activado y donde los COV son retenidos selectivamente por fuerzas de atracción física.
2. Absorción; Consiste en hacer pasar a contra corriente los gases de desperdicio de la cabina de pintura con altas cantidades de COV contra una solución absorbente que puede ser agua, sosa caustica, aminas u otros hidrocarburos su elección dependerá de las concentraciones de COV a recuperar.

¹² ISAGEN. Control ambiental: el control de COV en procesos industriales 2018.

La eficiencia de remoción de este proceso fluctúan entre el 70% al 99% y las formas de Absorción más conocidas se dan a través de :

- Torres de Aspersión
- Columnas de Relleno
- Cámaras de Rociadores
- Lavadores Venturi

En el **Anexo H** se presentan los resultados y cuadros estadísticos de un diseño de proceso de lavado de gases utilizando las Torres de Aspersión para la recuperación de gases contaminantes como el NO_x , SO_2 y COV.

3. Condensación; la separación de los COV en esta etapa se puede lograr a través de un sistema de refrigeración y un sistema no refrigerado el cual opera incrementando la presión del sistema hasta vencer la presión de vapor del COV y condensarlo. La limitación de este método de control radica principalmente en el tratamiento de COV muy volátiles; ya que estos requieren muy altas presiones o muy bajas temperaturas para condensarse, lo cual implica un costo energético y económico alto.

ii) Quema de COV, este método es realizado para evitar la acumulación de residuos de alto impacto ambiental debido a que El CO₂ es un producto que es 11 veces menos eficientes que los COV como gases de efecto invernadero. Las técnicas usadas en esta etapa, son la incineración térmica o catalítica. La selección de una u otra dependerá de las características de los gases a tratar, como la concentración de COV. Los productos obtenidos en la quema son el CO₂ y el agua.

d) Control de emisión de residuos solidos

La emisión de residuos sólidos del proyecto es una actividad que necesita ser controlada para evitar que estos provoquen accidentes con consecuencias muy graves a la planta, a la vida de las personas y al medio ambiente por tratarse de residuos altamente tóxicos e inflamables.

Los residuos en el Taller de pintura y Obra son: recipientes vacíos de pinturas, solventes y thinner, brochas viejas, lijas y trapos industriales con restos de pintura y solventes que son clasificados como materiales peligrosos e inflamables y que son llevados a puntos de acopios designados especialmente por UNACEM dentro de la Planta de Atocongo en la Estación las Conchitas – Ex ENATRU para su posterior tratamiento por empresas

especializadas debido a que tiene como política de responsabilidad social utilizar los ingresos de todos sus residuos para apoyar a las comunidades aledañas a sus plantas de producción.

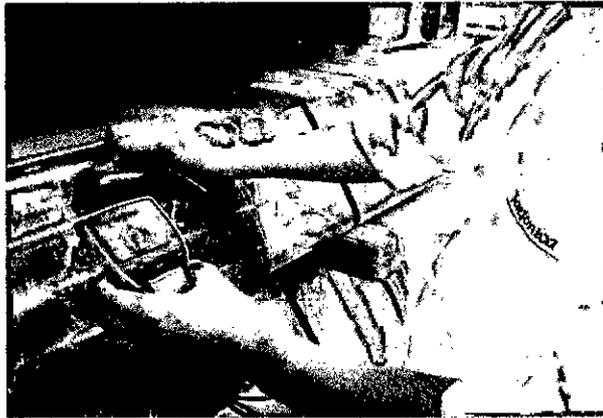
8.2.8 Control de Espesores de Película Seca

Para el proyecto de UNACEM se requieren por especificación dos capas de pintura, la primera capa base de 4,0 mils y la capa final de 8,0 mils para obtener un espesor final de 12,0 mils. Por otro lado, los espesores de película seca se miden con la ayuda de un medidor elcometer 456, los valores que se obtienen superan los 12,0 mils y es realizado por las subcontratistas, por la asesoría técnica de los proveedores, supervisión de telefónica y verificados por supervisión de UNACEM.

Para el control de espesores de película generalmente se toman como referencia lo descrito por la norma SSPC-PA2 que indican un rango de variación de $\pm 20\%$, es decir espesores entre (9,6 mils a 14,4 mils) pero para el proyecto las mediciones deben superar los 12,0 mils. El registro de la medición de espesores se muestra en la **Figura N° 24**.

FIGURA N° 24

MEDICIÓN DE ESPESORES DE PELÍCULA SECA



Fuente : Fotografía propia, 2013.

De no controlarse los espesores de pintura se estaría despreciando el tiempo de protección de los recubrimientos sobre las estructuras y por lo tanto su tiempo de vida se vería drásticamente acelerado por el paso de la corrosión.

8.2.9 Defectos de Aplicación

Los defectos de aplicación son zonas donde existen bajos o altos espesores de pintura con posibles fallas de adherencia del recubrimiento. Estos defectos no solamente son estéticos son lugares de posibles fallas del recubrimiento y deben ser corregidas inmediatamente para evitar exponer al metal al contacto directo con el medio ambiente.

Las fallas comunes son :

- a) Descolgamiento de pintura
- b) Sobre esprayado (pulverizado)
- c) Piel de naranja
- d) Cráteres
- e) Pinhole
- f) Manchas y gotas de agua
- g) Espesores irregulares de pintura

8.2.10 Resanes de Pintura

Las estructuras debidamente pintadas y protegidas son enviadas de taller a obra para su montaje e instalación, en el trayecto estas estructuras sufren daños por golpe propios del transporte y manipulación. Así mismo, errores en los diseños de los soportes o fallas en la dimensión de las tuberías permiten al operador modificarlos con corte y soldadura en obra ocasionando nuevas áreas por proteger por causa de golpes, corte y quemadura.

Los daños ocasionados sobre la capa de pintura se reparan en obra misma, para esto se sigue la siguiente secuencia :

- 1) Monitorear las condiciones ambientales en todo momento del tratamiento superficial.
- 2) limpiar y lavar las estructuras con deterjet 20. Cuando fue necesario para retirar manchas de aceite o grasa.
- 3) La preparación de superficie se debe realizar con herramientas de poder y herramientas manuales hasta nivelar las áreas a corregir con el recubrimiento anterior.
- 4) Limpiar todo resto de polvo en la superficie con trapos humedecidos con agua.
- 5) Aplicar las dos capas de pintura y se respetaron los tiempos de repintado de la capa base y acabado.
- 6) El espesor final es de 12,0 mils

8.2.11 Control de Adherencia

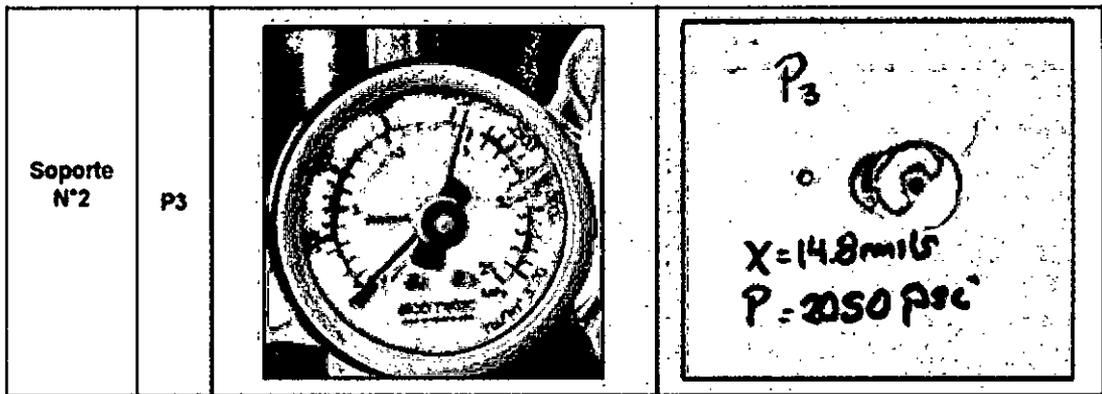
La adherencia de un recubrimiento es clave para garantizar el tiempo de protección del sistema. Las posibles fallas pueden ser previstas cuando se tienen controlados estos parámetros.

El método utilizado en taller para la prueba de adherencia es la evaluación con equipo de adhesión por tracción portátil, Tipo III. Según norma ASTM D-4541. La **Figura N° 25** muestra un resultado representativo

realizado a una probeta de un lote de aplicación, el valor obtenido es de 2,050 psi con un desprendimiento de capa final de jet pox 2000 GFK, el resultado es aprobado.

FIGURA N° 25

REGÍSTRO DE ADHERENCIA POR TRACCIÓN



Fuente : QROMA

De forma general no existe un valor estándar que sirva como patrón del resultado en las pruebas de adherencia, esto va a depender únicamente de las coordinaciones con el cliente o usuario final. En el Anexo I, se detalla el procedimiento de prueba.

IX. CONCLUSIONES

- Las estructuras de la línea de agua contra incendios presentan mayores daños por la presencia de la corrosión accesorios metálicos como codos, Tees, acoples, etc. que son de fierro negro y materiales cincados como pernos, espárragos, arandelas, etc. La corrosión en estos materiales se originan por desviaciones al procedimiento de aplicación de pintura para accesorios en obra, es decir se instalan en fierro negro y se pintan sin retirar restos de grasa o aceite u otro contaminante no visible. Por otro lado, La corrosión de los elementos cincados se originan por contacto directo de este con material ferroso durante su instalación. Las partículas de cinc por su naturaleza y en medio acuoso avanzan hacia la zona desprotegida para protegerla debilitando de esta manera la capa de zinc sobre el material original exponiéndolo a la corrosión.
- La protección contra la corrosión con los recubrimientos epoxicos extienden el tiempo de vida de las estructuras metálicas para el diseño para el cual fueron fabricados y reducen los daños materiales y económicos que estos puedan sufrir con el paso del tiempo. Una adecuada inspección durante la preparación, aplicación y curado de los recubrimientos garantiza que las propiedades del recubrimiento cumplan

las garantías y expectativas de vida. Los programas de inspección periódica y de mantenimiento deben ayudar a identificar las zonas con presencia de corrosión que se desviaron del procedimiento de aplicación de pintura. Una de las herramientas recomendadas por la NACE es a través del método de corte en aspa con cuchilla mediante el cual se puede determinar la evaluación en el tiempo de la adherencia del recubrimiento sobre el sustrato metálico.

X. RECOMENDACIONES

- 1)** El control de la corrosión de las estructuras metálicas deben comenzar con la inspección de materiales adquiridos.
- 2)** Previo a la preparación de superficie de las tuberías de sch 40 con chorro abrasivo realizar el lavado de tuberías para retirar todo resto de contaminante visible y no visible debido a que las tuberías vienen de importación a través de embarcaciones marinas y son propensas a contaminarse con sales marinas.
- 3)** Los filos de los soportes metálicos deben ser redondeados para que el recubrimiento pueda adherirse completamente debido a que los focos de corrosión generalmente se manifiesta en los filos cortantes.
- 4)** Realizar el monitoreo de las condiciones ambientales de manera periódica previo al inicio de los trabajos de granallado y pintado y evitar condensaciones del agua a la estructura.
- 5)** Limpiar los equipos de aplicación de pintura antes y después de la aplicación de los recubrimientos epóxicos en especial cuando se use el aditivo GFK.

- 6)** Seleccionar las boquillas adecuadas de aplicación para cada producto en especial, tener en consideración que el chorro a presión desgasta el diámetro de las boquillas por el alto contenido en sólidos de los recubrimientos.

- 7)** Controlar la presión de trabajo en el uso de equipos de aplicación de pintura.

- 8)** Verificar que el chorro de película que sale de la pistola de aplicación sea homogéneo y parejo para evitar bajos y altos espesores en las pasadas de aplicación y evitar perder tiempo de horas hombre para la corrección de espesores.

- 9)** Eliminar completamente los defectos de aplicación para evitar áreas expuestas por falta de espesor de pintura o fallas de adherencia por sobre espesor.

- 10)** En obra para los resanes de pintura lavar las estructuras con deterjet 20 para retirar toda presencia de contaminantes visibles y no visibles que al momento del lijado del área a reparar evitar estos se impregnen valles de las áreas generadas.

- 11)** En obra los accesorios como codos, tees, niples, etc. que no tienen protección contra la corrosión pero que conformaran parte de la red deben ser lavados con deterjet 20 y seguir los pasos de retoques en obra hasta obtener los 12,0 mils de espesor final.
- 12)** En obra para la instalación de pernos o estructuras cincadas o galvanizadas evitar instalarlos en agujeros que no han sido recubiertos con pintura para evitar la corrosión galvánica.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- 1) ANDRES F MUÑOZ PATIÑO, OMEL J. PADILLA ESTRADA (2018) ISAGEN. Control ambiental: El control de COV en procesos industriales. Colombia. Recuperado de: <https://www.isagen.com.co/SitioWeb/delegate/documentos/publicaciones-tecnicas/2018/boletin-enero.pdf>
- 2) BILURBINA A. LUIS – LIESA M. FRANCISCO (2003). Corrosión y Protección. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña. España, Barcelona – 2003
- 3) CEMENTOS LIMA (2012). Proceso de producción de nuestros cementos – UNACEM. Recuperado de: <http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/07/Nuestros-cementos-y-proceso-productivo.pdf>
- 4) DECRETO SUPREMO N° 003-2008 MINAM (2008). Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire. Diario oficial El Peruano. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/D.S.-N%C2%B0-003-2008-MINAM-Est%C3%A1ndares-de-Calidad-Ambiental-para-Aire.pdf>
- 5) FRESIA CHANDIA C., SERGIO HERNANDEZ H. (2009). Ciencia Ahora N° 24. Julio a diciembre 2009. Corrosión del hierro en distintos tipos de agua: Una propuesta experimental. Recuperado de: <https://ambientalguasave.files.wordpress.com/2010/10/corrosion-del-hierro-en-distintos-tipos-de-aguas.pdf>
- 6) LINAS MAZEIKA, 3L&T Inc. (2012). Controlar la Corrosión Aumenta el Beneficio (Del Negocio y del Ambiente). Mountain View, California USA, Setiembre 2012.
- 7) LUIS BILURBINA ALTER, FRANCISCO LIESA MESTRES, JOSE IGNACIO IRIBARREN LACO (2003). Corrosión y protección. Ediciones UPC, octubre 2003.
- 8) NACE INTERNATIONAL (2004). Programa Del Inspector De Recubrimientos, Enero 2004.

- 9) NACE INTERNATIONAL (2004). Curso de Corrosión Básica, Manual del estudiante 15 de Enero 2004.
- 10) QROMA (2013). Sede el Agustino. Hoja técnica del Deterjet 20. Recuperado de: http://tudistribuidoronline.com/sites/default/files/especificacionestecnicas/deterjet_20-ficha_tecnica.pdf
- 11) RODRÍGUEZ ROSA, A., ECHEGARAY MARCELO, E., CASTRO MARÍA, PALACIOS CARLOS, HEKTOR KLAUS, UDAQUIOLA STELLA. (2008). Modelo y diseño de tren de lavado de gases provenientes de la incineración de residuos. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/238089716_Modelo_y_diseno_d_e_tren_de_lavado_de_gases_provenientes_de_la_incineracion_de_residuos
- 12) TAVERA GARCIA JORGE ASDRUBAL y TORRES BURGO YENNY ALEJANDRA (2015). Manejo, tratamiento y Rehuso de agua en la estación de lavado de autos "Los Angeles" Kennedy, Bogota Colombia. Recuperado de: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4850/1/TorresBurgosYennyAlejandra2016.pdf>
- 13) TUBACERO (2017). Sede Uruguay. Página Web, Recuperado de: <http://www.tubacero.com.uy/soluciones.php>
- 14) UNACEM 2013. Memoria Anual del Directorio UNACEM Ejercicio 2013. Recuperado de: <http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2014/04/Memoria-Anual-2013B.pdf>
- 15) UNACEM 2014. Memoria Anual del Directorio UNACEM Ejercicio 2014. Recuperado de: <http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2015/04/MemoriaAnual2014.pdf>
- 16) UNACEM 2015. Memoria Anual del Directorio UNACEM Ejercicio 2015. Recuperado de: <http://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2016/02/Memoria-Anual-2015.pdf>

XII. ANEXOS

A: Estándar de Referencia, Norma ASTM D714

D 714 - 02



FIG. 1 Sliver Size No. 2

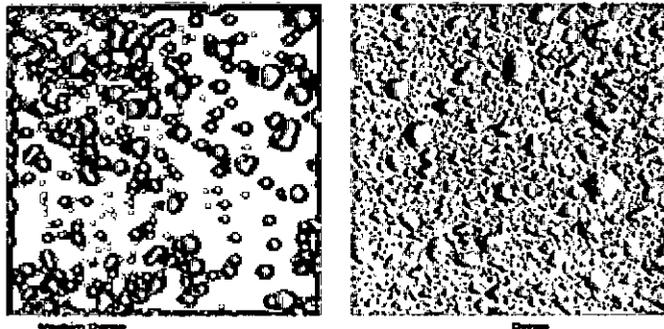


FIG. 1 (continued)

D 714 - 02

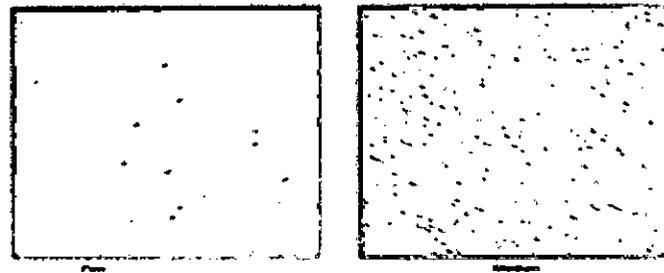


FIG. 2 Sliver Size No. 4

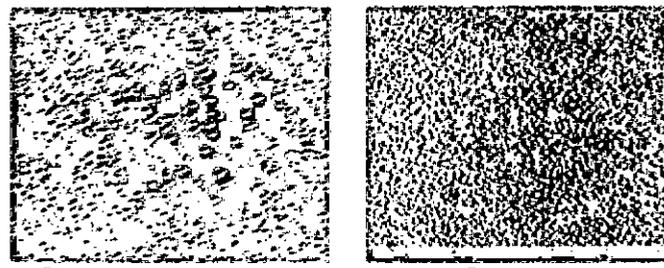


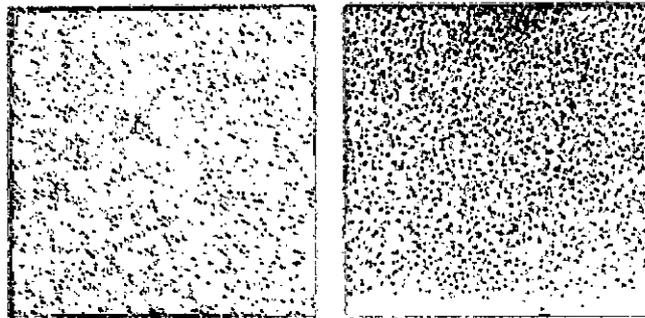
FIG. 2 (continued)



Face

Backbone

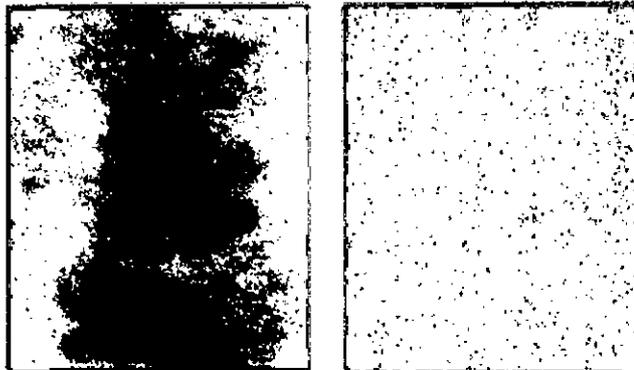
FIG. 3 Fiber Size No. 6



Median Dross

Dross

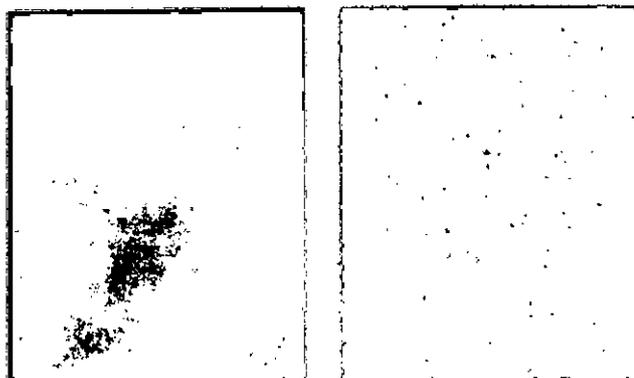
FIG. 3 (continued)



Median Dross

Dross

FIG. 4 (continued)



Face

Backbone

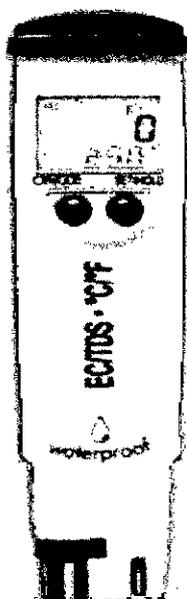
FIG. 4 Fiber size No. 6

B: Escala de Evaluación de Desempeño – ASTM D 6677-07

TABLE 1 Rating System

Rating	Description
10	Coating is extremely difficult to remove; fragments no larger than approximately 0.8 by 0.8 mm ($\frac{1}{32}$ in. by $\frac{1}{32}$ in.) removed with great difficulty.
8	Coating is difficult to remove; chips ranging from approximately 1.6 by 1.6 mm ($\frac{1}{16}$ by $\frac{1}{16}$ in.) to 3.2 by 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ by $\frac{1}{8}$ in.) can be removed with difficulty.
6	Coating is somewhat difficult to remove; chips ranging from approximately 3.2 by 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ by $\frac{1}{8}$ in.) to 6.3 by 6.3 mm ($\frac{1}{4}$ by $\frac{1}{4}$ in.) can be removed with slight difficulty.
4	Coating is somewhat difficult to remove; chips in excess of 6.3 by 6.3 mm ($\frac{1}{4}$ by $\frac{1}{4}$ in.) can be removed by exerting light pressure with the knife blade.
2	Coating is easily removed; once started with the knife blade, the coating can be grasped with ones fingers and easily peeled to a length of at least 6.3 mm ($\frac{1}{4}$ in.).
0	Coating can be easily peeled from the substrate to a length greater than 6.3 mm ($\frac{1}{4}$ in.).

C: Instrumento y Reporte de Conductividad del Abrasivo



El análisis de conductividad consiste en :

- 1) Tomar una muestra de 300 g de granalla.
- 2) Llevar a una mezcla con 300 ml de agua desionizada con agitación moderada por un tiempo de un minuto para homogenizar la solución.
- 3) Dejar reposar la mezcla por el tiempo de 8 minutos, posterior agitar nuevamente por el tiempo de 1 minuto y proceder a filtrar.
- 4) Filtrar suficiente líquido para la evaluación, desechando los 10 primeros mililitros. La cantidad requerida para la prueba es de 50 ml de filtrado en un vaso de 100 ml

5) Finalmente se procede a medir el líquido filtrado utilizando un conductímetro.

 QROMA	REPORTE DE CONDUCTIVIDAD Y GRANULOMETRIA DEL ABRASIVO	GFP-DT-F01 Fecha: 29.05.09 Página 1 de 1 Rev. 04
---	--	---

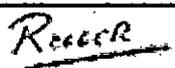
Obra	SISTEMA CONTRAINCENDIO DE FAJA TUBULAR ATOCONGO-CONCHAN	Usuario Final	UNACEM S.A.A.
Cliente	TELEFONICA	Representante	Ing. Danny Visquez
Contratista	GRANALLADO AZOLEN S.A.C.	Representante	Ing. Pedro Mejía
Asesor Técnico	Ing. Roger Calderón	Vendedor	Ing. Cristian Sánchez
Fecha	28/04/2013	Lugar	Av. Cesar Vallejo N° 1631 - El Agustino

LOTE DE MUESTRA	1	
PROCEDECIA DE LA MUESTRA	Cajina de Granallado - Azoler S.A.C.	
TIPO DE ABRASIVO	Mtz de Granalla G80-S230 (90%/10%)	
METODO UTILIZADO	Procedimiento para determinar la granulometria en abrasivos	
GRANULOMETRIA (% retenido)	Malla 25	24.35%
	Malla 40	37.41%
	Malla 50	38.02%
	Malla 80	72.85%
	Malla 150	7.82%
	Ciego	3.01%

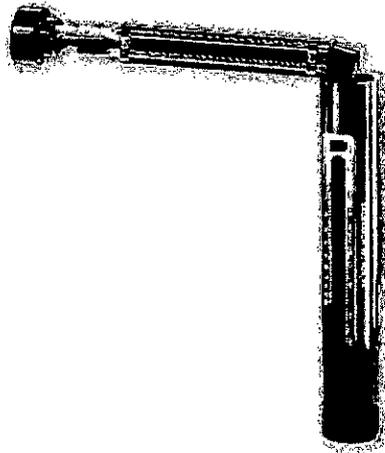
METODO UTILIZADO	Detección de conductividad en abrasivos metálicos ferrosos recitados.
NORMA DE REFERENCIA (Método Utilizado)	ASTM D 4540 SSPC-AB2
EQUIPO UTILIZADO	Medidor de conductividad EC/7DS
TEMPERATURA AMBIENTE (Calibración)	25 °C

N° MEDICIONES EN MUESTRA	1
NORMA DE REFERENCIA (Valor máximo permisible)	1000 gSiemens/cm
VALOR MAXIMO OBTENIDO	120 gSiemens/cm
VALOR MINIMO OBTENIDO	113 gSiemens/cm

OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> - La granalla fue obtenida de la toira. - Se realizó la prueba del vital test, sin encontrarse presencia de aceite. - El valor de conductividad obtenido es menor al valor máximo admisible (1000 gSiemens/cm), según la norma SSPC-AB2. - El contenido de finos en el ciego fue de 3.01%.
----------------------	---

 Ing. Roger Calderón Asesor Técnico CPPD SA	GC Cliente	Jefe Proyecto	QA Supervisión
---	------------	---------------	----------------

D: Instrumentos Empleados para la medición de las Condiciones Ambientales



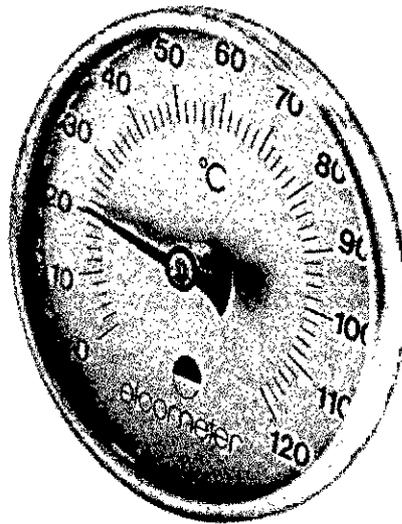
EL psicrómetro; es un instrumento que sirve para medir la humedad relativa del medio ambiente y está compuesto por 2 termómetros de alcohol rojo y un pasador que está en contacto con un termómetro.

Su forma de uso :

- a) Abrir el psicrómetro y humedecer el pasador con agua destilada.
- b) Coger con una mano el psicrómetro y extender a una distancia considerable alejado del cuerpo de tal manera que el calor del cuerpo no interfiera con las lecturas.
- c) Girar el psicrómetro de manera constante por un periodo de unos 30 segundos, dos vueltas por segundos.

d) Leer las lecturas de los termómetros.

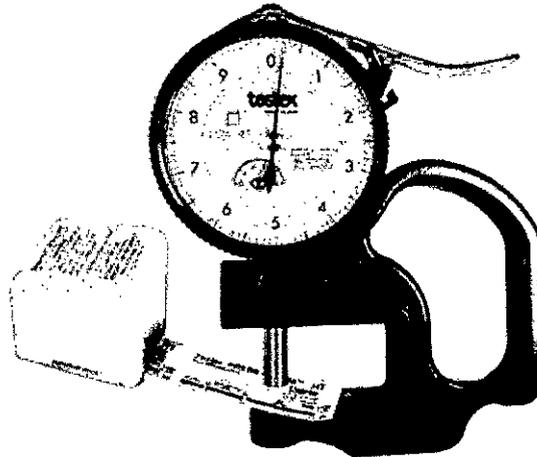
e) Verificar las lecturas en las cartas psicométricas para obtener la humedad relativa y temperatura de rocío.



Reloj de superficie; es un instrumento que sirve para determinar la temperatura de superficie del metal a pintar, posee un imán en su parte posterior para adherirse sobre la superficie a pintar.

El valor de la temperatura de superficie obtenido es necesario para interpretar las tablas psicométricas requeridas con la lectura del psicrómetro.

E: Instrumento para medir el perfil de rugosidad



La medición del perfil de rugosidad con cinta se realiza de la siguiente manera :

- a) Seleccionar el tipo de cinta replica a usar, para nuestro proyecto usamos la cinta de código X – Coarse que es especial para perfiles de entre 1,5 2,5 mils.
- b) Limpiar con aire y escobillas limpias el área a medir.
- c) Pegar la cinta press o film X–Coarse.
- d) Con la ayuda de un calcador presionar generosamente sobre la película de la cinta hasta copiar el perfil de la superficie.
- e) Retirar la cinta del área a medir
- f) Colocar la cinta en el medidor y obtener la lectura.

F: Resultado de la prueba de sales por el método Swabbing Quantab

EL método swabbing quantab consiste en la extracción de sales del área a evaluar, los pasos son :

- a)** Colocarse guantes quirúrgicos y ser usados durante toda la prueba.
- b)** Seleccionar un área representativa de la estructura recién preparada de 15 x 15 cm.
- c)** En un recipiente limpio disolvemos 22,5 ml de agua desionizada.
- d)** Humedecer unos hisopos o bolitas de algodón con el agua desionizada.
- e)** Con los hisopos o bolitas de algodón húmedos procedemos a limpiar completamente el área seleccionada.
- f)** Exprimir los hisopos o bolitas dentro del recipiente de agua desionizada
- g)** Repetir la extracción tres veces y tener cuidado de derramar la solución.
- h)** Al recipiente con la solución se le introduce la cinta quantab y se deja reposar hasta que la cinta se sature con la solución, en la parte superior de la cinta está un bulbo de color rosado tiene cambiar hasta color azul, es ahí cuando la cinta está lista para leerse.

Los valores a comparar serán proporcionados por el fabricante de las cintas quantab.

A continuación mostramos un resultado de la prueba realizado por nuestro proveedor :

GROMA

REPORTE DIARIO DE ASESORIA TÉCNICA

OBRA: SISTEMA DE TUBERÍAS CONTRA INCHENCO CLIENTE: TELEFÓNICA INGENIERIA DE SERVICIO CONTRATISTA: AZULE S.A.C. ASESOR: ING. ROSA BAZUETO FECHA: VIERNES 02/05/13	USUARIO FINAL: UNACEM S.A.A REPRESENTANTE: DANY VASQUEZ REPRESENTANTE: ROBY HEJIA VENDEDOR: CRISTIAN SANCHEZ LUGAR: SAN. SUC KM 15 - VES
--	--

SISTEMA RECOMENDADO (Ver PLAN DE PINTADO)
 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE (PREVIO AL PINTADO)

ZONA	HORA		AREA m ²	Preparación de Superficie	OBSERVACIONES
	Inicio	Fin			
23 TUBERÍAS DE		10:00	118.4	SSPC-SP5	SE REALIZÓ PRUEBA DE PENETRACIÓN PASIVA CON AIRE SECO A 20 PSI

CONDICIONES AMBIENTALES

HORA	TEMPERATURA (C)					% H.R.	OBSERVACIONES
	Bulbo seco	Bulbo húmedo	Superficie TS	Raíz TR	TS-TR		
12:00	18.5	16	18.5	15	3.5	78	CONDICIONES FAVORABLES
13:00	18	16	18.0	15	3.0	82	CONDICIONES FAVORABLES

APLICACIÓN DE PINTURA

ZONA	HORA		AREA m ²	Producto / Color	GL	OBSERVACIONES
	Inicio	Fin				
TUBERÍAS DE		13:00	118.4	JETZING ORGANIC K20	8	E: 61302.0417 C. R: 61419.0713 D: 64761.0613 (UNIDON.) BOMBO AIRLESS BOQUILLA 215

COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

1. SE REALIZÓ LA APLICACIÓN DE LA CAPA BASE A UNA DILUCIÓN DEL 10%
 2. SE REALIZÓ LA MEDICIÓN DE CLORUROS SOBRE LA SUPERFICIE MEDIANTE MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE SALES SWANNING Y TITULACIÓN QUÍMICA OBTENIENDO UN VALOR APROXIMADO A 40PPM (VALOR ACEPTABLE PARA SUPERFICIES EXPUESTAS AL MEDIO AMBIENTE).

RECOMENDACIONES

1. VERIFICAR LOS ESPESORES DE PELÍCULA SECA CUANDO SE ALCANZE EL SECADO AL TACTO DURO.

[Firma]
 ASESOR TÉCNICO GROMA

[Firma]
 CARGO

GERENCIA DPTO. TÉCNICO

EJECUTIVO TÉCNICO COMERCIAL GROMA

G: Medidor de Espesor en Húmedo



Para realizar la medición del espesor en húmedo se deben seguir los siguientes pasos :

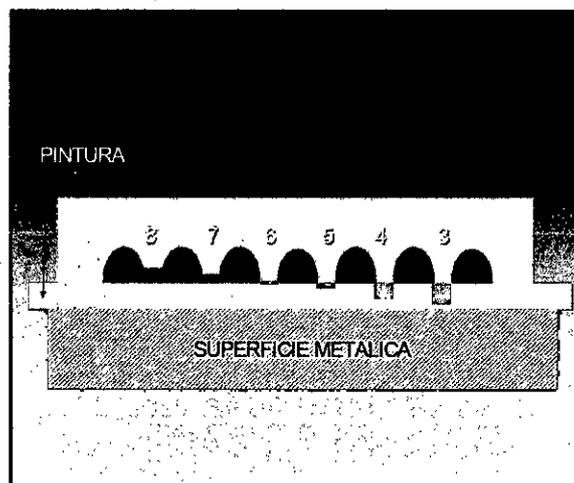
a) Determinar mediante la formula el valor a medir :

$$EPH = \frac{EPS \times (100 + \% \text{ dil})}{\%SV}$$

Para la capa final (Jet Zinc Organic 850) tenemos :

- 1) EPS = Espesor de película seca, 4 mils.
- 2) % SV = Porcentaje de sólidos en volumen, 85%.
- 3) % dil = Porcentaje de dilución, 12.5%

- 4) EPH = 5.3 mils
- 5) EPH = 6.0 mils humedo
- b) Inmediatamente después de la aplicación de pintura con equipo colocar de manera perpendicular el medidor hasta que se humedezca algún diente del medidor.
- c) Verificar que el diente humedecido del medidor sea el requerido de acuerdo al punto 1.
- d) De no obtenerse el valor esperado realizar nuevamente la aplicación de otra pasada de pintura y volver a medir hasta obtener los valores esperados.

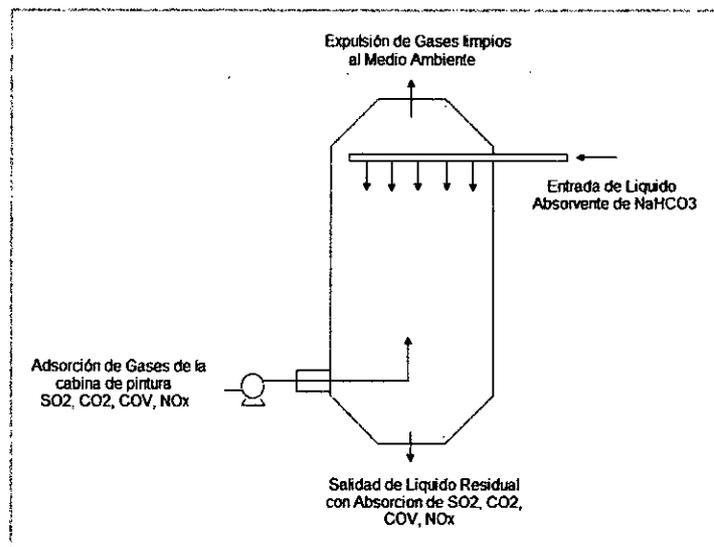


Fuente : ESAR QROMA

H: Recuperación de gases contaminantes SO₂, NO_x y COV

Las emisiones de gases que se emiten en una nave de pintura son los COVs provenientes de las pinturas y diluyentes. Así mismo, otros gases contaminantes que se tienen son el SO₂ y NO_x provenientes de la combustión generada por las compresoras.

El método propuesto para la absorción de los gases contaminantes para la protección del medio ambiente es a través del método de aspersión que se representa en la siguiente figura donde Los gases de desperdicio son adsorbidos a través de una campana extractora y conducidos hasta una torre de lavado de gases. Estos gases ingresan por la parte inferior del lavador para entrar en contacto con una lluvia de solución absorbente que absorberá a los gases en el fondo de la Torre de Aspersión.



De manera experimental se muestran los resultados obtenidos de la recuperación de gases por el paso de efluentes gaseosos en una torre de aspersion provenientes de la incineración de residuos realizado por Rodríguez Rosa, A (2008)¹³, cuyo diseño sirve como modelo para la implementación en taller de la recuperación de gases emitidos como el SO₂, NO_x y COVs durante la aplicación de pintura.

- Los datos técnicos de operación de la torre de aspersion fueron:

Características de la torre de Aspersion	Cantidades
Diámetro de la Columna	1.3 m
Altura de la columna	1.5 m
Caudal de gases entrantes	1000 m ³ /h
Tiempo de contacto entre solución y gases	20 Seg
SO ₂ ingresante a la torre	1100 ppm
Caudal de solución lavadora	1.7 l/s
Concentración de NaHCO ₃	0.05M
Eficiencia de remoción a 1.5 m	96%

- La recuperación de los gases fueron de 89.5 mg/dsm³ para el NO_x y de 0.08 mg/dsm³ para los COVs, cuya mezcla de gases deben permanecer libres de la presencia de la luz solar para evitar la formación del O₃ el cual es un gas nocivo para la salud y el medio

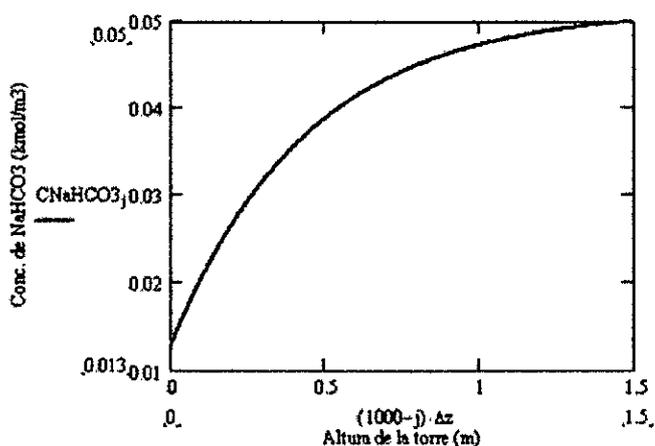
¹³ Rodríguez Rosa, A., Echegaray Marcelo, E., Castro María, Palacios Carlos, Hektor Klaus, Udaquiola Stella. (2008). Modelo y diseño de tren de lavado de gases provenientes de la incineración de residuos.

ambiente. Los resultados del lavado de gases se detallan en el siguiente cuadro:

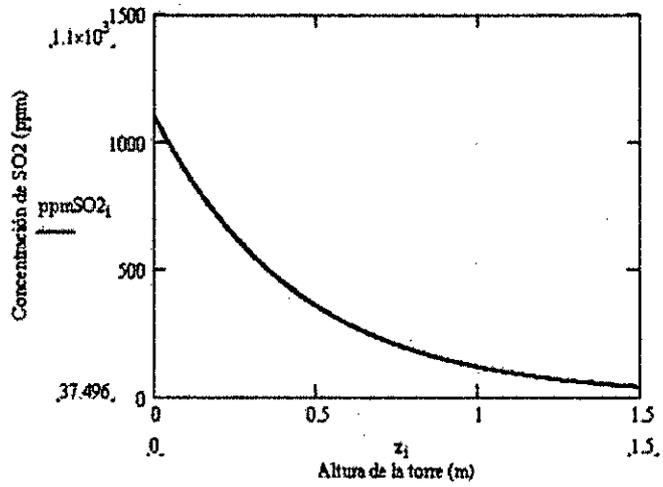
Parámetro analizado	Concentraciones a la salida del sistema lavador de gases (mg/dsm ³)	Concentraciones límites (mg/dsm ³), Normativa Argentina
Material Particulado	7.2	250
NOX	89.5	450
SO2	5	500
CO	0.4	100
HCl y Cl2	6	460
COV	0.08	
Hg Total	< 0.01	
Pb	0.07	10
As	< 0.01	

mg/dsm³: Expresado como miligramos de contaminante por metro cúbico de gas

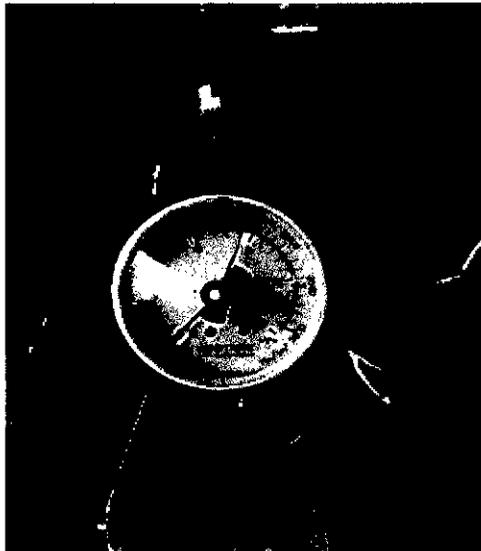
- La cantidad de líquido adsorbente a utilizar de NaHCO₃ en la torre de aspersion está en relación a la altura de la columna de la torre. Es decir ingresa con una concentración de 0.05M a una altura de 1.5 m y desciende hasta una concentración aproximada de 0.015M a altura de 0 m.



- Las concentraciones de SO_2 al inicio del ingreso a la torre aspersión es de aproximadamente 1100 ppm sin embargo a una altura de 1.5 m la concentración tiende a 0 ppm.



I: Prueba de Adherencia con Equipo de Adhesión por Tracción Tipo III



Fuente : Fotografía Propia

La medición de adherencia con equipo de tracción tipo III para nuestro proyecto de UNACEM se realiza de la siguiente manera :

- a)** Seleccionar un área de prueba en una estructura metálica debidamente pintado con dos capas de pintura a un espesor final de 12,0 mils.
- b)** Limpiar el área usando lijas N° 100 y limpiar con trapo humedecido con solvente para retirar los restos de polvo.
- c)** Aplicar una capa uniforme de adhesivo, cianoacrilato, sobre el Dolly y pegar girando por aproximadamente 10 segundos sobre el área a probar. Cualquier exceso de pegamento debe ser retirado.
- d)** Luego de cumplir el tiempo de curado del pegamento colocar de manera perpendicular el equipo y comience la prueba.

GLOSARIO DE TERMINOS

- a) **Adherencia del recubrimiento** – Es la fuerza con la que las partículas del recubrimiento se aferran a la superficie metálica del sustrato a proteger.

- b) **Aditivo GFK** – Es un aditivo compuesto por partículas finas de hojuelas de vidrio y que es agregado a la mezcla de pintura epoxica durante su preparación.

- c) **Corrosión** – Proceso destructivo de los materiales férricos como consecuencia de un ataque electroquímico de su entorno.

- d) **COV** – Componentes Orgánicos Volátiles gases altamente contaminantes para el medio ambiente y la salud.

- e) **Electroquímica** – Es una rama de la química que estudia como transformación de la energía eléctrica y la energía química.

- f) **Humedad Relativa** – Es la cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.

- g) Mils** – Unidad de medida utilizada para determinar el espesor de la capa de pintura en milésima de pulgada.
- h) NACE** – Es una organización profesional creada para la industria del control de la corrosión cuyo objetivo es equipar y capacitar a la sociedad para proteger a las personas, activos y medio ambiente de los efectos adversos de la corrosión.
- i) NFPA** – Es una organización encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendios.
- j) Pintura Epoxica** – son recubrimientos de alta resistencia a diferentes ataques. Estos recubrimientos constan de dos componentes, una parte que contiene la resina Epoxi y en la otra parte el catalizador compuesto a base aminas.
- k) Recubrimientos industriales** – Son diferentes tipos de recubrimientos cuyo objetivo sirve para controlar la corrosión, sirviendo de barrera entre el medio ambiente corrosivo y el metal.

- l) Sales solubles e insolubles** – Son sales presentes en la superficie de los materiales metálicas que pueden ser disueltos con agua o no. Su permanencia en una superficie metálica acelera el proceso de la corrosión.

- m) SSPC** – Es una organización sin fines de lucro para la protección y preservación del acero ante la corrosión ocasionado por la corrosión con recubrimientos industriales de alto rendimiento.

- n) Temperatura de Rocío (Dew Point).**- Temperatura a la cual un vapor comienza a condensarse.

- o) Tuberías de Schedule 40** – las tuberías de cedula 40, son tuberías que soportan alta presión, son construidas con acero al carbono y son utilizados para la conducción de agua presurizada, gas, petróleo, aire presurizado y fluidos no corrosivos. Su fabricación es controlado bajo la norma ASTM A53 y pueden ser unidas entre sí con acoplamiento y soldadura.