

CONTENIDOS:

Cronograma de trabajo:	2
Descripción de tareas:	2
Tarea 1.1.- Análisis de información.	2
Tarea 1.2.- Diseño del plan de investigación.	2
Tarea 1.3.- Acondicionamiento de laboratorio.	3
Tarea 2.1.- Caracterización de galvanizados.....	3
Tarea 2.2.- Análisis de resultados.	4
ENTREGABLE Nº 3.1: INFORME DE RESULTADOS.	4
Desviaciones del proyecto.....	10

Proyecto INVESTIMAT: Investigación de la influencia del recubrimiento de galvanizado frente a la corrosión en ambientes agresivos.

▪ **Cronograma de trabajo:**

TAREAS	MESES											
	EN	FB	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
PT1: DEFINICIÓN.	■	■	■									
Tarea 1.1: Análisis de información.	■											
Tarea 1.2: Diseño de plan de investigación.		■										
Tarea 1.3: Acondicionamiento de laboratorio.			■									
PT2: INVESTIGACIÓN.				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tarea 2.1: Caracterización de galvanizados.				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tarea 2.2: Análisis de resultados.						■	■	■	■	■	■	■

▪ Descripción de **tareas:**

Tarea 1.1.- Análisis de información.

En la primera fase, se realizó un estudio de la situación y problemática del sector de la construcción principalmente, ante el deterioro de los materiales metálicos por corrosión.

Se documentaron numerosos casos y consultas sobre la corrosión producida en distintas zonas de la Región de Murcia.

Del mismo modo, se evaluó la información bibliográfica a escala nacional e internacional, en lo referente a los recubrimientos galvanizados como medio protector frente a la corrosión.

Tarea 1.2.- Diseño del plan de investigación.

Se llevó a cabo el desarrollo de un planning de las tareas a realizar en la ejecución de este proyecto. Una vez estudiado el planning y ajustado los diferentes puntos, para cada etapa se desarrollaron las siguientes tareas:

- 1.- Definición de los tipos de recubrimiento de galvanizado y clases de acero aplicados en el estudio.
- 2.- Definición de las dimensiones y número de probetas fabricadas para realizar el estudio.
- 3.- Determinación de los diferentes lugares de exposición, de acuerdo a la clasificación establecida por la norma ISO 12944:
 - Zona rural con bajo nivel de contaminación (C1).
 - Zona industrial de alto nivel de humedad y contaminación (C3).
 - Zona de alto nivel de salinidad (C5M).
- 4.- Diseño y fabricación de los expositores.
- 5.- Procedimiento de Exposición, Muestreo y Evaluación. Se plantean revisiones del campo de exposición de forma mensual para una inspección visual y semestral para la inspección física.
- 6.- Ensayos a realizar. Definición de los procedimientos de ensayo en campo y en laboratorio que durante la ejecución del proyecto.
- 7.- Desarrollo de un soporte informático que permite la identificación rápida de la probeta y admitir los datos de campo y de laboratorio.

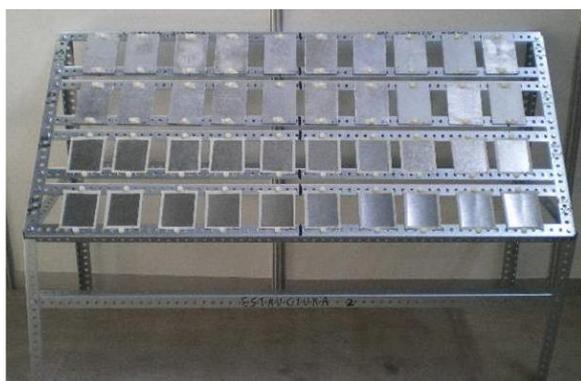
Tarea 1.3.- Acondicionamiento de laboratorio.

Las acciones realizadas en este proyecto se van a realizar con el equipamiento e instalaciones del laboratorio de materiales del CTMetal.

En estas instalaciones se diseñaron y fabricaron las probetas de ensayo, atendiendo a las características definidas en la metodología, se caracterizaron todas las muestras y se colocaron los expositores con las probetas. Las muestras seleccionadas para la investigación han sido chapas de acero de calidad S235JR perteneciente a la familia de los aceros de construcción definidos en la Norma UNE EN 10025:2006, cuya composición se define en la siguiente tabla:

Designación simbólica: S235JR.	
Designación numérica: 1.0038.	
Norma UNE EN 10025-2: 2006. Producto laminado en caliente de aceros para estructuras.	
Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.	
Elemento	Concentración (% peso)
Carbono	≤ 0,19
Silicio	-
Manganeso	≤ 1,50
Fósforo	≤ 0,045
Azufre	≤ 0,045
Nitrógeno	≤ 0,014
Cobre	≤ 0,60

Las muestras fueron recubiertas por el proceso de galvanizado en discontinuo y se ha determinado las medidas de 145x100 mm de cada probeta con un taladro a 10 mm del borde de 8 mm de diámetro, como más conveniente para el tipo de experimentación y ensayos de evaluación que se pretenden efectuar.



Expositor y muestras de ensayo.

Tarea 2.1.- Caracterización de galvanizados.

Según el planning establecido se ha realizado una inspección visual mensual de las probetas expuestas tanto en el ambiente rural con bajo nivel de contaminación (C1) como en la zona de alto nivel de salinidad (C5M). Sin embargo, no se ha podido continuar con la exposición de las muestras en el ambiente industrial de alto nivel de humedad y contaminación (C3).

Tarea 2.2.- Análisis de resultados.

ENTREGABLE Nº 3.1: INFORME DE RESULTADOS.

1ª INSPECCIÓN DE MUESTRAS.

Dado que el proyecto se encuentra en su fase inicial, los cambios detectados en las inspecciones visuales realizadas en este periodo han sido poco significativos, no apreciándose signos visibles de aparición de ningún tipo de corrosión en ellas.



Antes Después

Imágenes del expositor nº 1: zona de alto nivel de salinidad (C5M).

En las probetas situadas en el ambiente de alto nivel de salinidad no se aprecia ningún cambio significativo en el recubrimiento, sí se observa sin embargo la aparición de signos de corrosión en los perfiles que conforman la estructura del expositor.



Antes Después

Imágenes del expositor nº 2: zona rural con bajo nivel de contaminación (C1).

En las probetas situadas en el ambiente rural con bajo nivel de contaminación no se observan signos de corrosión ni en las probetas ni en la estructura, sí se observa un ennegrecimiento del recubrimiento en algunas de las probetas galvanizadas en discontinuo.

INSPECCIÓN EN LABORATORIO.

En esta fase se han preparado muestras de idénticas características a las expuestas en ambientes exteriores y se les ha sometido en las instalaciones del CTMetal a ensayos de corrosión acelerada

en atmósfera artificial (Niebla Salina Neutra) y en cámara climática para simular en el laboratorio los ambientes en los que están los expositores.

A continuación se describen brevemente los ensayos de corrosión acelerada en atmósfera artificial realizados:

- a) Se realizaron varios ensayos de corrosión acelerada en cámara de Niebla Salina Neutra y cámara climática en probetas de las mismas características que las expuestas a los ambientes corrosivos.
- b) Se programaron diversos ciclos cortos de exposición al constatar que en las probetas expuestas la corrosión avanza muy lentamente. Los ciclos programados fueron los siguientes:
 - I. Cámara de Niebla Salina Neutra: exposición de las probetas a niebla salina según el ensayo descrito en la Norma UNE-EN ISO 9227 durante periodos de 7 días con inspecciones visuales cada 48 horas aproximadamente.
 - II. Cámara climática: exposición de las probetas a 7 ciclos de 24 horas con cambios de temperatura (5°C 6h; 20°C 6h; 45°C 8h; 10°C 4h) manteniendo una humedad constante del 75%.

En las inspecciones visuales realizadas durante la duración de los ensayos se encontró que en las probetas del ensayo en cámara climática no se aprecia ningún cambio transcurridos los 7 ciclos, mientras que en las probetas expuestas a niebla salina aparecen productos de corrosión a las 24 horas del inicio del ensayo tanto en las probetas galvanizadas en continuo como en discontinuo. A las 96 horas de exposición aparecen los primeros indicios de corrosión del metal base en las probetas galvanizadas en continuo con menos espesor de recubrimiento. Al finalizar el ensayo todas las probetas galvanizadas en continuo presentan signos de corrosión del metal base, mientras que en las galvanizadas en discontinuo la corrosión sólo ha afectado al recubrimiento.

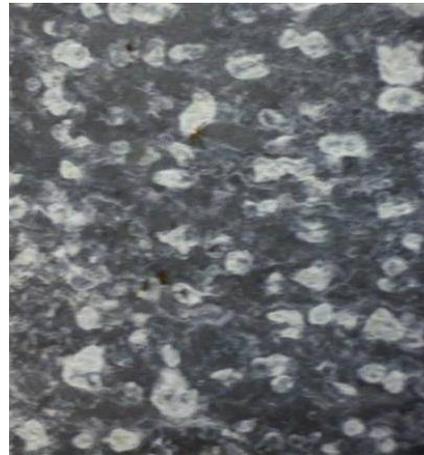
A continuación se muestran algunas imágenes representativas:



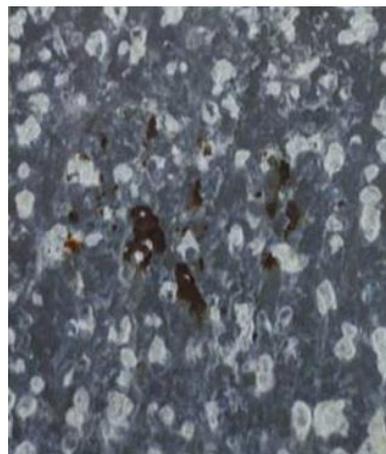
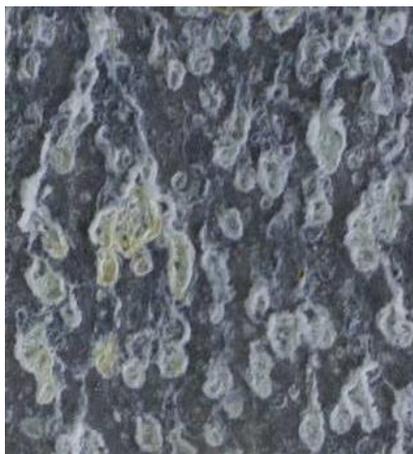
Galvanizado en discontinuo. Galvanizado en continuo.
Productos de corrosión trascurridas 24 horas de ensayo.



Galvanizado en discontinuo. Galvanizado en continuo.
Productos de corrosión trascurridas 72 horas de ensayo.



Galvanizado en discontinuo. Galvanizado en continuo.
Productos de corrosión trascurridas 96 horas de ensayo.



Galvanizado en discontinuo. Galvanizado en continuo.
Productos de corrosión trascurridas 168 horas de ensayo.

2ª INSPECCIÓN DE MUESTRAS.

La segunda inspección se realizó seis meses después de colocar los expositores. Tras una evaluación visual del estado de las muestras se procedió a la selección de las probetas que iban a ser sometidas a ensayo. Al no encontrar ningún signo visual de corrosión, la selección de las probetas se hizo de forma aleatoria en ambas visitas eligiendo probetas tanto galvanizadas en continuo como en discontinuo.

Aparte de la inspección visual, no fueron necesarios los demás ensayos de campo propuestos en principio al elaborar el plan de actuación del proyecto que consistían en la limpieza de las muestras y cálculo de la pérdida de masa. La corrosión avanza muy lentamente en las probetas y el tiempo transcurrido no es suficiente para que la pérdida de masa sea apreciable a nivel macroscópico utilizando una balanza.

A continuación se exponen los resultados más significativos extraídos de las inspecciones visuales:

- Inspección visual nº 1:



Aparecen las dos caras de las muestras donde se puede apreciar el goteo que proviene del agujero de enganche.

- Inspección visual nº 2:



En la muestra aparecen manchas oscuras en las dos caras.

- Inspección visual nº 3:



En esta muestra las manchas aparecen con aspecto gris mate no uniforme.

- Inspección visual nº 4:



En esta muestra se intuye la morfología de un grano de zinc.

- Inspección visual nº 5:



En esta muestra sigue apreciándose la forma de grano de zinc junto con derrame que parte de los tornillos.

- Inspección visual nº 6:



En esta muestra se muestran manchas de color negro.

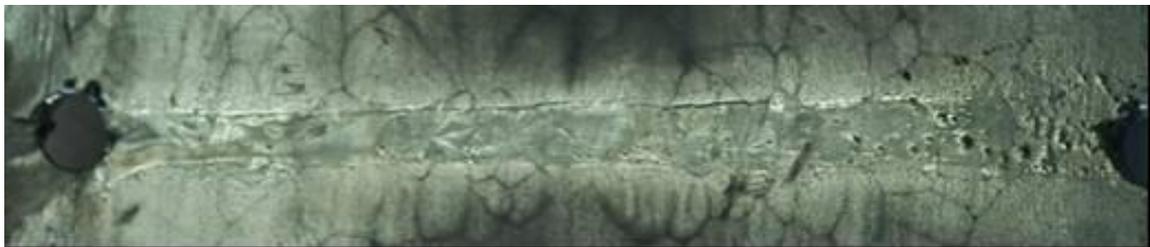
De entre las muestras a ensayar se observaron las siguientes características:

- Zonas en las muestras donde no se realizó un buen acabado del recubrimiento. Esto ha podido ser debido al hecho de que las muestras no estuvieran lo suficientemente limpias antes del baño discontinuo.



Aparece una textura granulosa debida posiblemente a la contaminación del baño.

- Derrames producidos por los agujeros que posteriormente fueron utilizados para el anclaje. Este efecto se produce durante el periodo de secado debido al derrame del baño de zinc durante el escurrido. Este derrame lleva consigo una escoria producida en el baño que se puede apreciar en casi la totalidad de las muestras ensayadas.

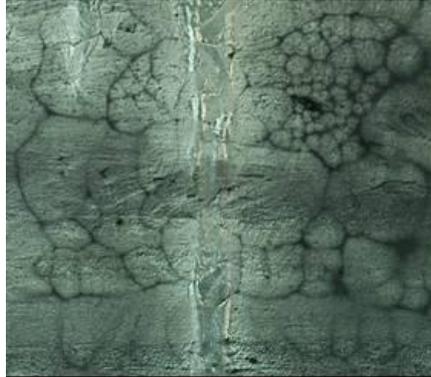


Se observa el derrame producido por el tornillo.

- Aparición de diferentes zonas de aspecto gris mate no uniforme. Cuando el acero tiene un contenido de silicio comprendido entre 0.04% y 0.12% y también por encima de 0.25%, se produce un crecimiento acelerado de las aleaciones zinc-hierro, en estos casos se forman recubrimientos aparentemente más gruesos, que presentan una coloración gris mate como el de algunas de nuestras muestras. También existe la posibilidad de que

este efecto se produzca por un contenido de fósforo en el acero, la siguiente fórmula establece los contenidos mínimos para que no se produzca este hecho.

$$\text{Si} + 2.5\text{P} \leq 0.09\%$$



Zonas de aspecto grisáceo.

- **Desviaciones del proyecto:** Las horas finales de dedicación en este proyecto se han situado en 7.249 sobre la previsión inicial de 6.651 (598 horas más, lo que supone un 8%). El motivo del aumento de horas de investigación reside sobre todo en las tareas de inspección de las muestras sometidas a diferentes ambientes corrosivos, las cuales han sido superiores a las inicialmente previstas.