

**ANALES DE  
MECÁNICA DE LA FRACTURA**

**Número 18, Año 2001**

© ANALES DE MECÁNICA DE LA FRACTURA

Editado por la Secretaría del Grupo Español de Fractura

Reservados todos los derechos para todos los países.  
Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea electrónico, químico, mecánico, electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin previa autorización escrita por parte de la Editorial.

I.S.B.N. 84-7493-318-8

## **EDITORIAL**

Este volumen de Anales de Mecánica de Fractura recoge las 65 comunicaciones presentadas en el XVIII Encuentro del Grupo Español de Fractura, celebrado los días 28, 29 y 30 de marzo de 2001 en Bayona, Pontevedra.

El tema desarrollado en esta edición ha sido “FRACTURA Y SU INTERACCIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE”, y para realizar una revisión del estado actual del conocimiento se ha contado con la participación de dos relevantes investigadores, los profesores Dr. D. José R. Galvele, de La Comisión Nacional de Energía Atómica y del Instituto de Tecnología “Profesor J. A. Sabato” de Argentina, y el Dr. D. Wolfgang Dietzel, Presidente del Comité ESIS TC10 “Environmentally assisted cracking”, y actualmente Director del Departamento de Corrosión del GKSS- Institute of Materials Research, de Alemania. Sus respectivas conferencias también se recogen en este volumen.

Los editores desean agradecer su apoyo en la organización y financiación del Encuentro a la Secretaría de Investigación y Desenvolvimento de la Consellería de Presidencia de la Xunta de Galicia, a Caixanova y a la Universidad de Vigo. Nuestro agradecimiento también para los miembros del Comité de Organización y, muy especialmente, para los autores de los trabajos presentados, que sin su colaboración y esfuerzo no hubiera sido posible la organización de este evento.

Manuel Elices Calafat

Manuel Fuentes Perez

Enrique Porto Arceo - Francisco Bouzada Alvela

Gustavo V. Guinea Tortuero

# ÍNDICE

## Conferencias Invitadas

FRACTURE MECHANICS APPROACH TO STRESS CORROSION CRACKING W. Dietzel	1
CORROSIÓN BAJO TENSIÓN: ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO J.R. Galvele	8

## Fatiga e Interacción con el Medio Ambiente

MÉTODOS EXPERIMENTALES PARA EVALUAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE LOS ACEROS DE ALTA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN BAJO TENSIÓN J. Fulla, C. Alonso, C. Andrade	14
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO A FATIGA DE DOS ALEACIONES DE ALUMINIO CORTADAS POR PUNZONADO O LÁSER F. Zapiráin, A. Pelayo, A.M. Irisarri	19
COMPORTAMIENTO EN FATIGA DE SUJECIONES DE VIA DE FERROCARRIL I. Carrascal, J.A. Casado, J.A. Polanco	27
MODELO DE COMPORTAMIENTO EN FATIGA DE POLIAMIDAS REFORZADAS J.A. Casado, F. Gutiérrez-Solana, J.A. Polanco, I. Carrascal	35
EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE LIMPIEZA SUPERFICIAL EN LA VIDA ÚTIL A FATIGA DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO 7075 T7351, 2024 T3 Y 7050 T7451 N. Valencia , M. Sáez, M. Páez, A. Monsalve	43
ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE FRACTURA EN PRESENCIA DE HIDRÓGENO DE ACEROS RESISTENTES AL MEDIO ÁCIDO E. Saldaña, R. Lezcano, F.J. Belzunce, C. Rodriguez	51
EVOLUCION DE LA TOPOGRAFÍA DE DAÑO POR HIDRÓGENO EN ACEROS PERLÍTICOS PROGRESIVAMENTE TREFILADOS J. Toribio , F. J. Ayaso , E. Ovejero	57
CRACK CLOSURE ANALYSIS AFTER PEAK OVERLOADS L. F. P. Borrego, J. A. M. Ferreira, J. D. M. Costa	65
DEFORMACIÓN CÍCLICA DE ACEROS INOXIDABLES DÚPLEX A TEMPERATURAS ELEVADAS S. Hereñú, A. Gironès, I. Alvarez-Armas, A. Armas, A. Mateo, M. Anglada	73
THE EFFECT OF OVERLOADS AND UNDERLOADS ON FATIGUE CRACK GROWTH F. Romeiro, M. Freitas	79
FATIGUE ANALYSIS IN Al Mg Si WELDMENTS J. A. M. Pinho da Cruz, J. D. M. Costa, J. A. M. Ferreira	86
INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE LIGANTE EN LA RESISTENCIA A LA PROPAGACIÓN DE GRIETAS POR FATIGA DE CARBUROS CEMENTADOS Y. Torres, M. Anglada, L. Llanes	91
COMPORTAMIENTO DE DOS FAMILIAS DE ACEROS MICROALEADOS EN CONDICIONES DE FISURACIÓN INDUCIDA POR HIDRÓGENO A. Cayón, A. De Carlos , J.A. Álvarez, F. Gutiérrez-Solana	97
INICIACIÓN DE GRIETAS POR FRETTING FATIGA EN CONTACTO ESFÉRICO C. Navarro, F.J. García-Lomas, J. Domínguez	107

## Fractura de Materiales Metálicos

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE "CRACK ARREST" EN ACEROS ESTRUCTURALES BASÁNDOSE EN ENSAYOS A PEQUEÑA ESCALA C. Gallo, J.A. Álvarez, F. Gutiérrez-Solana, J.A. Polanco	115
COMPORTAMIENTO A FRACTURA DE ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS UTILIZADOS COMO MATERIAL DE REFUERZO EN HORMIGÓN ARMADO H. Castro, C. Rodríguez, F.J. Belzunce	124
ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO A FLUENCIA DE UN ACERO TIPO P91 P. Calvillo, G. Atxaga, A.M. Irisarri	130
ROTURA DE PROBETAS SINTERIZADAS DE Al Am CON ADICIÓN DE SILICIO J. J. Fuentes, J.A. Rodríguez, E. J. Herrera	137
FRACTURA DE MUESTRAS DE ALUMINIO SINTERIZADO ENDURECIDO POR MOLIENDA REACTIVA M. Naranjo, J. A. Rodríguez, E. J. Herrera	145
INTERACCIÓN DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS MICROESTRUCTURALES EN EL CONTROL DE LOS PROCESOS DE FRACTURA FRÁGIL EN LOS ACEROS A. Echeverría, J.M. Rodríguez Ibabe	150
COMPORTAMIENTO A TEMPERATURA ELEVADA DE UNA ALEACIÓN MOLDEADA RENE 41 G. Atxaga, E. Erauzkin, A.M. Irisarri	157
INFLUENCIA DEL PROCESAMIENTO Y DE LA TEMPERATURA DE ENSAYO EN LA TENACIDAD DE LAS ALEACIONES HIPEREUTÉCTICAS Al-Si L. Lasa, J.M. Rodríguez Ibabe	165
DETERMINACION DE LA "MASTER CURVE" DE UN ACERO DE VASIJA NO-IRRADIADO E IRRADIADO MEDIANTE EL ENSAYO DE PROBETAS PEQUEÑAS M. Serrano, F. J. Perosanz, J. Lapeña	172
CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE UNA ALEACIÓN DE WOLFRAMIO. EFECTO DE LA TEMPERATURA Y DE LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN A. Pintor, F. Gálvez, V. Sánchez-Gálvez	178
INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ALAMBRES DE ACERO TREFILADOS F. Gálvez, J.M. Atienza, J. Ruiz, M. Elices	185

## Fractura de Materiales No Metálicos

RESISTENCIA AL CHOQUE TÉRMICO DE MATERIALES DE ALÚMINA-MULLITA S. Mezquita , R. Uribe, R. Moreno, C. Baudín	190
MODELIZACIÓN DEL ENSAYO BREAK-OFF MEDIANTE EL MODELO DE FISURA COHESIVA C. Rocco, A. Di Maio, L. Traversa, G.V. Guinea	197
FACTOR DE INTENSIDAD DE TENSIONES Y CMOD PARA PROBETAS CILÍNDRICA Y PRISMÁTICAS EN COMPRESIÓN DIAMETRAL C. Rocco, W. Morales, G.V. Guinea	204
FRACTURA EN MODO MIXTO DE PROBETAS DE HORMIGÓN CON DOBLE ENTALLA BAJO SOLICITACIÓN DE COMPRESIÓN: RESULTADOS EXPERIMENTALES D.A. Cendón, J.C. Gálvez, J. Planas, M. Elices	211
FRACTURA EN MODO MIXTO DE PROBETAS DE HORMIGÓN CON DOBLE ENTALLA BAJO SOLICITACIÓN DE COMPRESIÓN: SIMULACIÓN NUMÉRICA J.C. Gálvez, D.A. Cendón, J. Planas, M. Elices	219
TENACIDAD Y FRACTOGRAFÍA DE DOS SÍLEX DE DISTINTA PROCEDENCIA J. Gil, C. Zubillaga, R. Elizalde	226
TOLERANCIA AL DAÑO DE TUBERIAS DE HORMIGON PRETENSADO CON PERDIDA PARCIAL DE LA ARMADURA CIRCUNFERENCIAL A. Valiente	231
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LA MADREPERLA J.Y. Pastor, M. Elices	237
PROPIEDADES MECÁNICAS Y MECANISMOS DE ROTURA DE GRAFITO Y COMPUESTOS C/C A 77K Y 300 K A. Salazar, J.Y. Pastor, J. LLorca	244
ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DE SEDAS DE GUSANO Y ARAÑA P. Poza, J. Pérez-Rigueiro, M. Elices, J. LLorca	252
DEGRADACIÓN MECÁNICA RESULTANTE DE LA OXIDACIÓN A ALTA TEMPERATURA DE MATERIALES COMPUESTOS WC-Co B. Casas, X. Ramis, M. Anglada, J.M. Salla, L. Llanes	260
FRACTURA DE LA INTERCARA EN UN MATERIAL COMPUESTO Ti-6Al-4V/ SiC C. González, J. Llorca	266

## Aplicaciones y Fractura de Materiales Compuestos

EXPLOITING THE FRACTURE PROPERTIES OF FIBRE REINFORCED COMPOSITES TO ENHANCE THE SURVIVABILITY OF FORMULA 1 RACING CARS G.M. Savage	274
ESTUDIO DE LAS CAUSAS DE AGRIETAMIENTO DE LOS TUBOS DE VARIOS EVAPORADORES PERTENECIENTES A INSTALACIONES FRIGORÍFICAS E. Porto, F. Iglesias, P. Merino, A. Paz , F. Bouzada	283
CRITERIOS DE FRACTURA PARA ALAMBRES FISURADOS DE ACERO PERLITICO CON GRADO DE TREFILADO VARIABLE M. Toledano , J. Toribio	289
COMPORTAMIENTO EN FRACTURA DE ALAMBRES ENTALLADOS DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA: INFLUENCIA DEL LIMITE ELASTICO F. J. Ayaso , J. Toribio	295
SOLDADURA POR DIFUSIÓN Y BRASEADO ACTIVO DE ALÚMINA/Ti6Al4V: RESISTENCIA A CORTADURA DE LAS UNIONES J. M <sup>a</sup> .Gómez De Salazar, J. Dos Santos, S. Bueno, M <sup>a</sup> .I. Barrena	303
FATIGA EN CALIENTE DEL MATERIAL COMPUESTO DE MATRIZ METÁLICA Y REFUERZO UNIDIRECCIONAL Ti64/SiC M.C. García, I. Ocaña, A. Martín, J.M. Martínez, V. Marqués, F. Heredero	310
COMPORTAMIENTO A FLUENCIA DE UN MATERIAL COMPUESTO TEJIDO SiC/SiC L. Casas, M.R. Elizalde, J.M. Sánchez, I. Puente, J.M. Martínez, A., Martín, M. Fuentes	316
COMPORTAMIENTO A FRACTURA DE MEZCLAS DE POLIESTIRENO Y MICROESFERAS DE VIDRIO M. Sánchez-Soto, A. Gordillo, M.LL. Maspoch, J.I. Velasco, O.O. Santana, A.B. Martínez	321

## Métodos Analíticos y Experimentales

DINÁMICA DE VIGAS FISURADAS. APLICACIÓN AL ANÁLISIS DE ENSAYOS DINÁMICOS DE FLEXIÓN EN TRES PUNTOS L. Rubio, J. Fernández, C. Navarro	329
MEDIDA DE LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE GRIETAS EN SILICIO MONOCRISTALINO S. Chocron, F. Gálvez, M. Elices	335
CARACTERIZACIÓN EXPERIMENTAL DE VIDRIO BAJO MODO MIXTO I+II M.A. Garcia, A. Miranda, A. Fernández, J.F. Kalthoff	340
APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LA FISURA COHESIVA AL PMMA Y DETERMINACIÓN DE SU CURVA DE ABLANDAMIENTO F.J. Gómez, A. Valiente, M. Elices	348
DETERMINACIÓN DE LA TENACIDAD A LA FRACTURA (MODO I) EN EL HORMIGÓN CONVENCIONAL CON PROBETAS CILÍNDRICAS A. C. Santos, J.L.A.O. Sousa, T.L. Bittencourt, R. Gettu	355
MEDICIÓN IN-SITU DE PROPIEDADES MECÁNICAS MEDIANTE MICRO-INDENTACIÓN INSTRUMENTALIZADA M. Mata, M. Anglada, J. Alcala	360
ESTRATEGIA PARA LA PLANIFICACIÓN DE ENSAYOS EN PROGRAMAS EXPERIMENTALES DE FATIGA M. López, A. Fernández, M. J. Lamela, E. Castillo	367
PREDICCIÓN DE VIDA A FATIGA EN MATERIALES COMPUESTOS DE FIBRA DE CARBONO BAJO CARGA DE AMPLITUD VARIABLE M. López, A. Fernández, M. J. Lamela, E. Castillo	375

## **Métodos Numéricos**

ESTUDIO EXPERIMENTAL Y NUMÉRICO DE LA ROTURA A TRACCIÓN DE LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 7075 T7351 A. Monsalve, D. Celentano, C. García, A. Royo	383
IMPLANTACIÓN DEL METODO DE CÁLCULO DE LA INTEGRAL J SOBRE UN DOMINIO C. Cueto	388
MODELO DE FRACTURA COHESIVA CON FRICCIÓN EN CARAS DE GRIETA E. Arenas, A. de Andrés	395
EL MÉTODO DE LA DERIVADA DE RIGIDEZ COMO UN MÉTODO DISCRETO ANALÍTICO DE SENSIBILIDADES DE FORMA Y SU APLICACIÓN A MODOS MIXTOS EN MFEL E. Giner, J. Fuenmayor, A. Besa, J.J. Ródenas	400
UN ESTIMADOR DE ERROR EN EL CÁLCULO DE G POR INTEGRAL DE DOMINIO MEDIANTE ANÁLISIS DE SENSIBILIDADES DE FORMA E. Giner, J. Fuenmayor, J.E. Tarancón, A. Besa	408
FINITE ELEMENT SIMULATION OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF ADVANCED CERAMICS G. Ruiz, C. Yu, M., Ortiz	414
EFFECTO DE LA FISURACIÓN DIFUSA EN EL ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAMETRAL I. Arbilla, J. Planas, G.V. Guinea, M. Elices	420
COMPORTAMIENTO A TRACCIÓN DE UN MATERIAL MODELO BIFÁSICO J. Aldazabal, A. Martín, J.M. Martínez, M. Fuentes	425
MODELO DE APROXIMACIÓN LOCAL DE LA PREVISION DE LAS CONDICIONES DE ROTURA DE ACEROS DUPLEX ENVEJECIDOS J.M. Alegre, F. Gutiérrez-Solana, J. Perez, L. Sanchez	430
MODELADO DEL CIERRE DE GRIETA EN FATIGA MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS A. Gonzalez, J. Zapatero, B Moreno, J. Pascual	438
ANÁLISIS NUMÉRICO DE ENSAYOS DE TRACCIÓN DINÁMICA SOBRE MATERIALES DÚCTILES J. A. Loya, J. Fernández, C. Navarro	446
CÁLCULO DE $K_I$ PARA UNA FISURA CIRCULAR EN UNA FIBRA SOMETIDA A TRACCIÓN C. Rosselló, G.V. Guinea, M. Elices	452
<b>Índice de Autores</b>	457