



PROYECTO SEMILLA PIS-16-07

"Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra"

En la ciudad de Quito D.M., a los cinco días del mes de diciembre del año dos mil diecinueve, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Semilla **PIS-16-07: "Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra"**, por una parte la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra la **M.Sc. María Verónica Sotomayor Grijalva** en calidad de **Directora del Proyecto de Investigación Semilla PIS-16-07**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a. El 9 de mayo de 2016, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 036/16, aprueba el Cronograma para el lanzamiento de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2016.
- b. El 9 de febrero de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 012/17, se aprobaron los proyectos semilla 2016, entre ellos el denominado: "Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra", presentado por la M.Sc. María Verónica Sotomayor Grijalva.
- c. Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0744-M, del 17 de abril de 2017, se informa a los Directores de los proyectos Semilla 2017 que la fecha de inicio de los proyectos es el 17 de abril del 2017.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

| | |
|-----------------------------------|---|
| Código de Proyecto | PIS-16-07 |
| Nombre del Proyecto | Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra |
| Director del Proyecto | SOTOMAYOR GRIJALVA MARÍA VERÓNICA |
| Colaboradores del Proyecto | CELY VÉLEZ BOLÍVAR MAURICIO |
| Departamento | Departamento de Materiales (DMT) |
| Línea de Investigación | • Gestión de calidad de materiales |
| Objetivo | Caracterizar y evaluar discontinuidades lineales mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra |
| Duración del Proyecto | • Inicio: 17 de abril de 2017 • Fin: 17 de octubre de 2018 • Duración total: 18 meses |

Recibido:
11/12/2019
Verónica Sotomayor



| | |
|---------------------------|--|
| Entrega del Informe Final | 20 de junio de 2019 |
| Presupuesto asignado | \$ 14.932,08 USD (catorce mil novecientos treinta y dos dólares americanos con 08/100) |
| Presupuesto ejecutado | \$ 7.846,74 USD (Siete mil ochocientos cuarenta y seis dólares americanos con 74/100) |

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando Nro. EPN-PIS-16-07-2019-0004-M recibido el 6 de marzo de 2019, la M.Sc. María Verónica Sotomayor Grijalva, Directora del proyecto de investigación semilla PIS-16-07, presenta el informe final del proyecto PIS-16-07.

Con Memorando Nro. EPN-DIPS-2019-0348-M la Dirección de Investigación y Proyección Social solicita se realicen correcciones y se amplíe la información presentada en el informe.

Con memorando Nro. EPN-PIS-16-07-2019-0005-M del 20 de junio de 2019, la M.Sc. María Verónica Sotomayor Grijalva entrega el informe final corregido del proyecto semilla PIS-16-07. La información para el cierre del proyecto se completa el 3 de diciembre de 2019. Esta información es recibida y revisada por la Dirección de Investigación y se anexa a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Las condiciones bajo las cuales se logró la simulación de las discontinuidades requeridas en las placas, fueron determinadas. Taladrado y fresado controlado mediante equipos de precisión, inserción en el material base de materiales que generan distinta atenuación de rayos X, operaciones durante el proceso de soldadura, permitieron generar distintas discontinuidades en las probetas.
- Ciertos parámetros dificultaron la obtención de las probetas. La probabilidad de fractura y desgaste de la herramienta empleada. Debido a la localización de las discontinuidades en la placa de acero o en el cordón de soldadura, cambiaron las dimensiones de la herramienta necesaria para efectuar la respectiva operación de trabajo. Fue necesario realizar rectificado en las probetas que requerían simular discontinuidades como falta de penetración (IP) y escorias alargadas (ESI).
- El cálculo de las variables de exposición radiográfica es determinante en el proceso de examinación mediante radiografía. Estas tienen incidencia directa en el contraste y nitidez de las películas reveladas, detallando así las discontinuidades existentes en la placa de acero o en el cordón de soldadura.
- El tiempo en el proceso de revelado tiene aún más impacto en todo el procesado de las placas radiográficas, puesto que, al variar su valor, esto influye en el grado de ennegrecimiento de la película. Mayor actuación del revelador ocasionará mayor ennegrecimiento y con ello, dificultad para la detección y dimensionamiento de las discontinuidades.
- La penumbra geométrica viene caracterizada por la disposición entre la fuente, el objeto a ser radiografiado y a la película radiográfica. Es decir, a mayor distancia se encuentre el objeto de la fuente, la penumbra generada será menor. Sin embargo,



este factor de distancia influye directamente en el tiempo de exposición determinado para el ensayo radiográfico. Por lo tanto, es necesario encontrar un punto óptimo donde la distancia fuente-objeto determine un tiempo de exposición efectivo y la penumbra geométrica sea mínima.

- La penumbra geométrica también se ve afectada por las dimensiones propias de las discontinuidades, dependiendo de la longitud de estas, la penumbra varía de modo que a menor longitud, se genera una mayor penumbra, y esto se ve reflejado en los resultados obtenidos, donde la mayor penumbra se genera en las probetas con porosidades, cuyas dimensiones fueron las más pequeñas (5, 6 y 7 mm de diámetro); y la menor penumbra se da en las inclusiones de escoria alargada, en donde las dimensiones fueron las mayores (35, 36 y 37 mm).
- El error obtenido para la penumbra geométrica varía según la discontinuidad evaluada. Para las porosidades maquinadas se obtuvo un error en general de 92 %, para las probetas con falta de penetración se obtuvo un error máximo del 69 % y para las probetas soldadas un error máximo del 36 %, sin embargo, cabe mencionar que todas las penumbras halladas están dentro de la norma que establece que para espesores de hasta 50 mm su valor es de 0.51 mm.
- Para el presente trabajo se tiene un mayor error en la medición de las dimensiones más pequeñas, ya que las tomas reveladas son el producto de la incidencia del fenómeno de la penumbra geométrica. El fenómeno se da por factores geométricos que se deben a la toma radiográfica y por envejecimiento del equipo de radiografía industrial con el que se realizan las tomas.

PRODUCTOS:

1. Artículo enviado para revisión: "*Influencia del Fenómeno de Penumbra Producida por un Generador de Rayos X en el Estudio y Análisis de Discontinuidades en Probetas Soldadas de Acero*"; Sotomayor V., Cely M., Constante G.; Haro S.; Revista Politécnica; ISSN: 2477-8990; noviembre 2018.
2. Presentación a la comunidad politécnica: "*Influencia del Fenómeno de Penumbra Producida por un Generador de Rayos X en el Estudio y Análisis de Discontinuidades en Probetas Soldadas de Acero*"; Sotomayor M., Constante G., Haro S.; Facultad de Ingeniería Mecánica – EPN; noviembre de 2018.
3. Proyecto de titulación de Ingeniería Mecánica: "*Influencia del fenómeno de penumbra producida por un generador de rayos x en el estudio y análisis de discontinuidades en probetas soldadas de acero*"; Constante Parra Giovanni Daniel y Haro Ayo Santiago Renán; <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19882>; noviembre de 2018.
4. Proyecto de titulación de Ingeniería Mecánica: "*Estudio de la penumbra geométrica de un generador de rayos X y su influencia en la evaluación de discontinuidades*"; Almeida Padilla Georgina Andrea y Álvarez Zambrano Gina Mireya; <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18769>; septiembre 2017.
5. Artículo aceptado para revisión: "*Study of the Gometric Unsharpness in an X-Ray Generator and its Influence in the Evaluation of Discontinuities*"; Sotomayor V., Cely M.; Revista Facultad de Ingeniería (SCOPUS Q3); ISSN: 01206230; diciembre 2019.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto Semilla PIS-16-07 fue de \$ 14.932,08 USD (catorce mil novecientos treinta y dos dólares americanos con 08/100), y ejecutó \$ 7.846,74 USD (siete mil ochocientos cuarenta y seis dólares americanos con 74/100), conforme al detalle



emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara al Proyecto Semilla PIS-16-07: "*Caracterización y evaluación de discontinuidades mediante radiografía industrial aplicando el criterio geométrico de penumbra*" finalizado.

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los cinco días del mes de diciembre del año dos mil diecinueve.



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,
INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN

Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de
Investigación, Innovación y
Vinculación

cr/sp



M.Sc. María Verónica Sotomayor
Directora del Proyecto
PIS-16-07

