



INSPECCIÓN Y REPARACIÓN RODETE UNIDAD N°1

CENTRAL ANGOSTURA

GERENCIA DE SOPORTE OPERACIONAL

Santiago, Abril de 2017

INDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN	2
2.1 Inspección visual	2
2.2 Inspección con Tintas Penetrantes	3
2.3 Inspección con Ultrasonido	7
3. EJECUCIÓN DE LA REPARACIÓN	9
3.1 Inspección de fisuras con tintas penetrantes	9
3.2 Fresado y eliminación de fisuras	10
3.3 Precalentado de zonas a reparar	13
3.4 Proceso de relleno con soldadura mediante método TIG	13
3.5 Proceso de enfriado de zonas reparadas	16
3.6 Esmerilado y pulido de zonas reparadas	16
3.7 Inspección con tintas penetrantes en zonas reparadas	19
3.8 Medición de dureza HB (Brinell)	21
3.9 Mediciones de rugosidad	24
4. INSPECCIONES CON END POSTERIORES A LAS REPARACIONES	25
5. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	25
6. ANEXOS	26

INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DEL RODETE FRANCIS DE LA UNIDAD N°1

CENTRAL ANGOSTURA

1. ANTECEDENTES

Dentro de las actividades programadas con motivo del Mantenimiento Mayor año 2017 de la Unidad N°1 de C. Angostura, se planificó la realización de una inspección con Ensayos No Destructivos (END) del rodete Francis de esta unidad, tomando en consideración que en el año 2016 se encontró una fisura en el álabe N°7 del rodete de la Unidad N°2.

El día lunes 13 de marzo de 2017 y registrando 11.458 horas de operación de la Unidad N°1, se realiza una inspección visual del rodete y posteriormente un control con END de tintas penetrantes y ultrasonido, en cada uno de los trece álabes que lo conforman.

Durante el año 2016 y hasta la fecha del presente mantenimiento, por requerimientos de operación, la Unidad N°1 generó 52 horas en potencias menores a 50 MW, pero sobre el mínimo técnico señalado por el fabricante de 36,5 MW.

Además, en lo que respecta a las partidas y detenciones de la Unidad N°1, durante el año 2016 ésta tuvo 182 partidas y 182 detenciones y en lo que va del año 2017 hasta la fecha del mantenimiento, ha tenido 20 partidas y 20 detenciones.

2. DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN

2.1 Inspección visual

Los resultados de la inspección realizada, revelaron la presencia de fisuras en ocho (8) de los trece (13) álabes del rodete. Éstas se ubican en el borde de salida lado presión en la unión de los álabes con la banda. Los álabes que presentaron las fisuras son los N° 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

Las fisuras son visibles a simple vista y tienen longitudes que van desde 40 a 70 mm de longitud, algunas de éstas se prolongan hacia el lado de succión atravesando todo el espesor de la plancha.

Se observa que las fisuras se estarían formando en el metal base de los álabes, en la zona afectada térmicamente (ZAT), donde comienza el cordón de soldadura que los une a la banda del rodete.

En las siguientes figuras se puede visualizar la zona donde fueron observadas las fisuras en el rodete de la Unidad N°1 de Central Angostura.

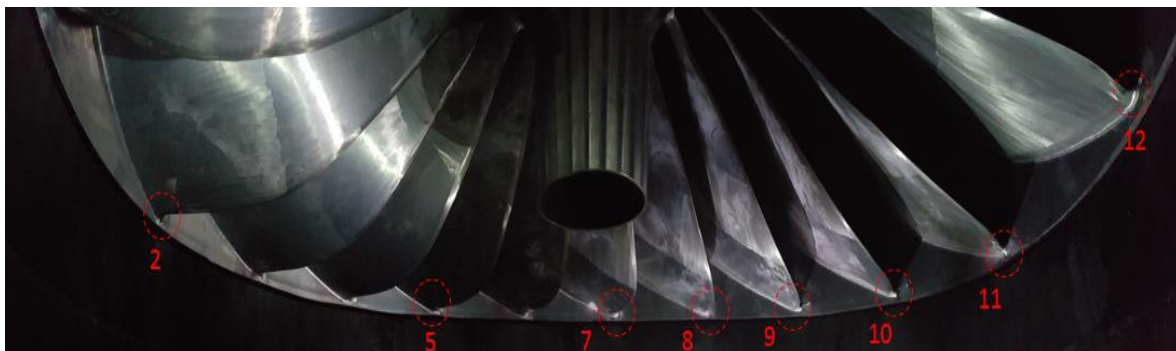


Fig. 1 : Identificación álabes y zonas que presentan fisuras en el rodete de la U. N°1 de C. Angostura



Fig. 2 : Zonas donde se observaron fisuras en el sector borde de salida de los álabes

2.2 Inspección con Tintas Penetrantes

Después de efectuar la inspección visual, se realizan los ensayos no destructivos de Tintas Penetrantes, en las zonas de unión de los álabes con la banda, y en la zona álabes con la corona.

El resultado de las Inspección con Tintas Penetrantes es el siguiente:

TABLA N°1 : INSPECCIÓN END - TINTAS PENETRANTES				
ÁLABE N°	INDICACIÓN OBSERVADA	LONGITUD [MM]	UBICACIÓN	COMENTARIOS
2	Grieta, de morfología regular alineada.	70	A 40 mm desde banda exterior	Se extiende 10 mm hacia zona depresión del álabe.
5	Grieta, de morfología regular alineada.	40	A 40 mm desde banda exterior	Se extiende levemente hacia zona vertical de soldadura, aprox. 3 mm
7	Grieta, de morfología regular alineada.	50	A 40 mm desde banda exterior inferior	No se extiende hacia lado depresión, muere en soldadura lado vertical.
8	Grieta, de morfología regular alineada.	60	A 40 mm desde banda exterior inferior	Se extiende por 10 mm en lado depresión del álabe.
9	Grieta de morfología regular alineada, poros alineados en banda, indicación 1 mm de diámetro.	60	A 40 mm desde banda exterior inferior	Se extiende por 10 mm en lado depresión del álabe.
10	Grieta de morfología regular alineada, poros alineados y dispersos en banda, indicación 2 mm diámetro.	70	A 40 mm desde banda exterior inferior	Se extiende por 10 mm en lado depresión del álabe
11	Grieta, de morfología regular alineada.	30	A 40 mm desde banda exterior inferior	Se extiende y muere en parte vertical de soldadura unión banda y álabe.
12	Grieta de morfología regular alineada.	53	A 40 mm desde banda exterior inferior	Se extiende y muere en parte vertical de soldadura unión banda y álabe.

En las siguientes fotografías se puede observar el detalle de las fisuras observadas mediante END de tintas penetrantes:



Fig. 3 : Fisura en álabe N° 2



Fig. 4 : Fisura en álabe N° 5

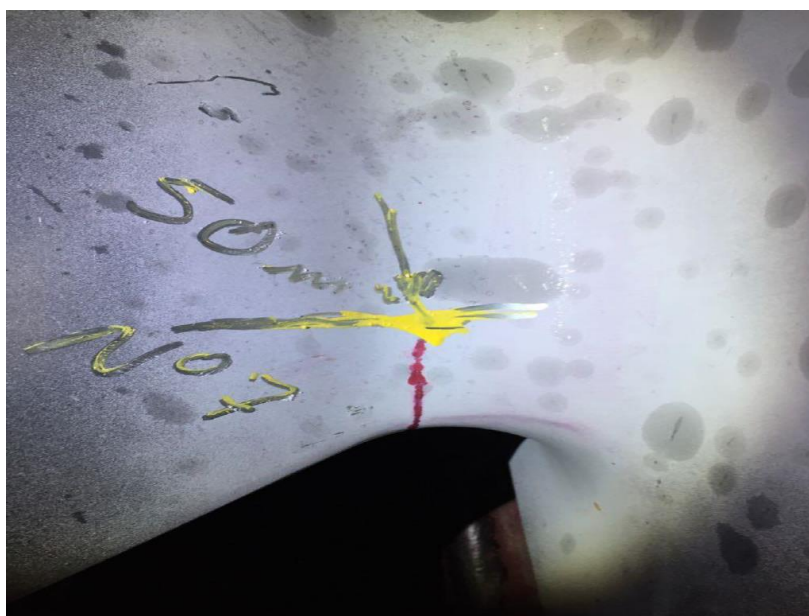


Fig. 5 : Fisura en álabe N° 7

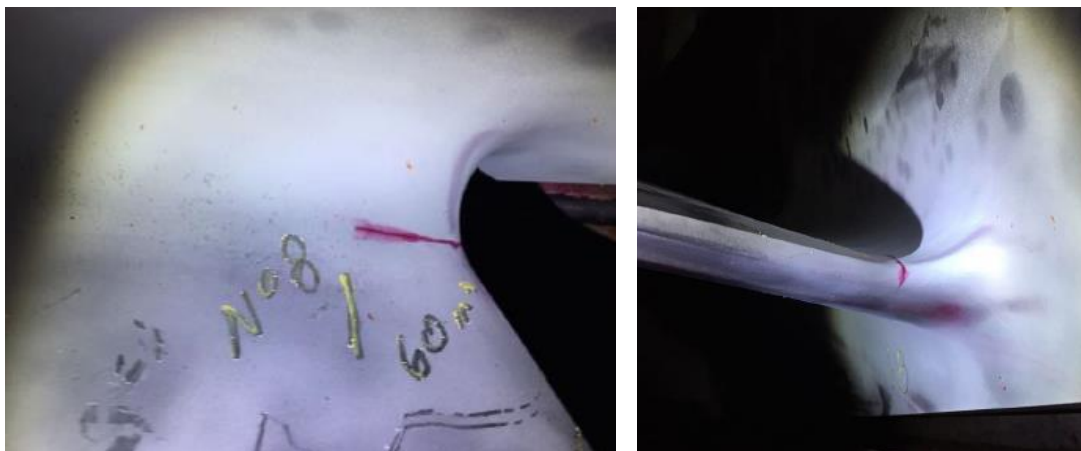


Fig. 6 : Fisura en álabe N° 8



Fig. 7 : Fisura en álabe N° 9



Fig. 8 : Fisura en álabe N° 10

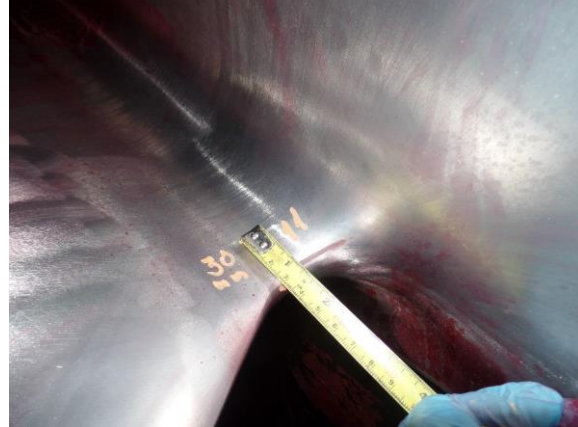


Fig. 9 : Fisura en álabe N° 11

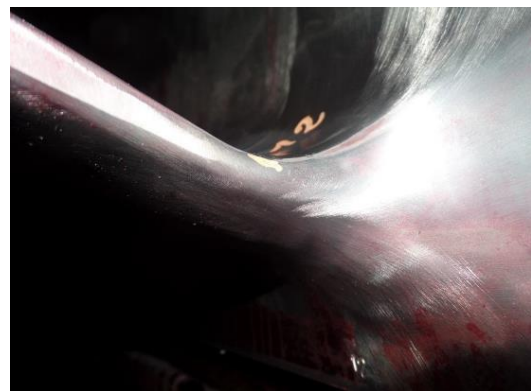


Fig. 10 : Fisura en álabe N° 12

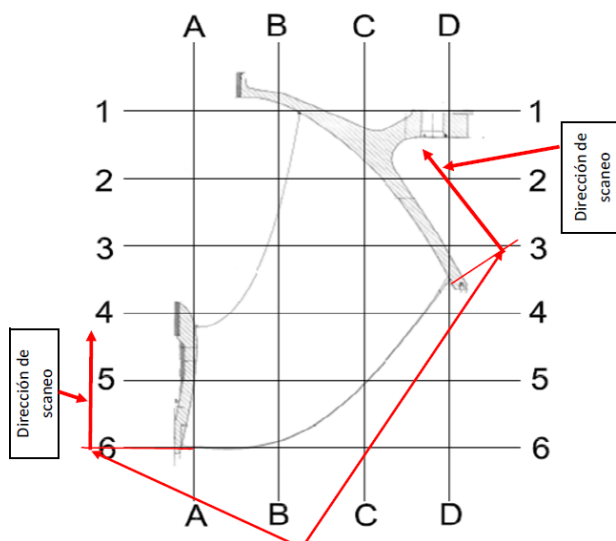
2.3 Inspección con Ultrasonido

El resultado de las Inspección con Ultrasonido es el siguiente:

- 1) Se observan indicaciones en forma de falta de fusión en las uniones de álabe con la banda, las que se detallan en Tabla N°2 anexa.
- 2) En los álabes N° 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, se observan grietas de morfología regular alineada, con profundidad en las zonas que no atraviesan el álabe de 10 a 13 mm.
- 3) En las uniones inspeccionadas de álabe con la corona, se observan indicaciones en forma de falta de fusión en los álabes N° 9, 10 y 11
- 4) En álabe N° 11 en unión álabe con la corona, se observan tres zonas de falta de fusión, la primera a 8 mm de inicio del álabe con una longitud de 30 mm, la segunda a 260 mm de inicio y longitud de 60 mm y la tercera a 410 mm y longitud de 100 mm.

TABLA N° 2 : INSPECCIÓN END - ULTRASONIDO

N°	Ubicación discontinuidad	Longitud del defecto [mm]	Profundidad aproximada [mm]	Ubicación desde borde salida álabe [mm]	Discontinuidad encontrada
1	Álabe N° 1	250	13 y 16	630	Falta de fusión
2	Álabe N° 2	450 y 70	15 y 76	620 y 0	Falta de fusión y grieta
3	Álabe N° 3	900	16, 17 y 19	300	Falta de fusión
4	Álabe N° 4	450	13 y 15	650	Falta de fusión
5	Álabe N° 5	600 y 40	18 y 19	370 y 0	Falta de fusión y grieta
6	Álabe N° 6	150	15 y 19	650	Falta de fusión
7	Álabe N° 7	300 y 50	14, 16 y 19	740 y 0	Falta de fusión y grieta
8	Álabe N° 8	480 y 60	14 y 16	620 y 0	Falta de fusión y grieta
9	Álabe N° 9	580 y 60	16 y 19	520 y 0	Falta de fusión y grieta
10	Álabe N° 10	450 y 70	13 y 19	620 y 0	Falta de fusión y grieta
11	Álabe N° 11	660 y 40	13 y 19	550 y 0	Falta de fusión y grieta
12	Álabe N° 12	520 y 53	13, 16 y 17	630 y 0	Falta de fusión y grieta
13	Álabe N° 13	250	16, 17 y 19	660	Falta de fusión



Inicio de escaneo mediante ultrasonido, cota "0" en uniones de álabe con banda y álabe con corona.

Las inspecciones realizadas se ubican entre los cuadrantes 4 – 6 y A – B. Soldadura unión de álabe con banda. Y los cuadrantes 2 – 3 y C – D; 3 – 4 y C – D. Soldadura de unión álabe con corona.

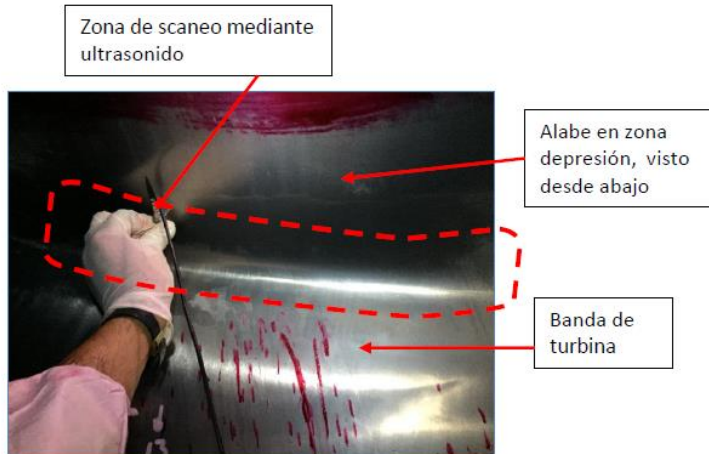


Fig. 11 : Zona escaneo unión álabe con banda, desde parte inferior del álabe.

Se observa falta de fusión en zona central del álabe a una profundidad entre 13 y 19 mm, ubicación según esquema entre 4 – 6 y A – B.



Fig. 12 : Indicación característica de falta de fusión en zona analizada.

3. EJECUCIÓN DE LA REPARACIÓN

Los trabajos de soldadura fueron realizados por la empresa Hidrorad, quien ya había realizado la reparación en el rodete de la Unidad N°2 el año 2016.

La reparación se realizó utilizando el procedimiento enviado por la fábrica WPS N° 003 Rev. A, recibido como archivo adjunto al correo de Julien Savarieau de fecha 05 de abril de 2016.

Durante toda la ejecución de los trabajos se contó con la presencia de un inspector de Colbún, con vasta experiencia en reparación de rodetes. Los trabajos se realizaron entre el día domingo 19 y 22 de marzo de 2017. Las etapas de ejecución de la reparación son las siguientes:

3.1 Inspección de fisuras con tintas penetrantes

Se realiza inspección con tintas penetrantes en todas las zonas con fisuras, con el objeto de verificar las longitudes y ubicaciones exactas antes de comenzar las reparaciones.

3.2 Fresado y eliminación de fisuras

El proceso de eliminación de fisuras fue realizado mediante rectificadora recta y rotofera, utilizando fresas de tungsteno de cabeza redonda y verificación con tintas penetrantes hasta eliminar la fisura desde la raíz. Este fresado se realizó por alrededor de las fisuras, evitando frezar directamente sobre estas.

El orden para la eliminación de fisuras fue el siguiente:

1. Fresado álabe N°2 y N°9
2. Fresado álabe N°5 y N°10
3. Fresado álabe N°7 y N°11
4. Fresado álabe N°8 y N°12

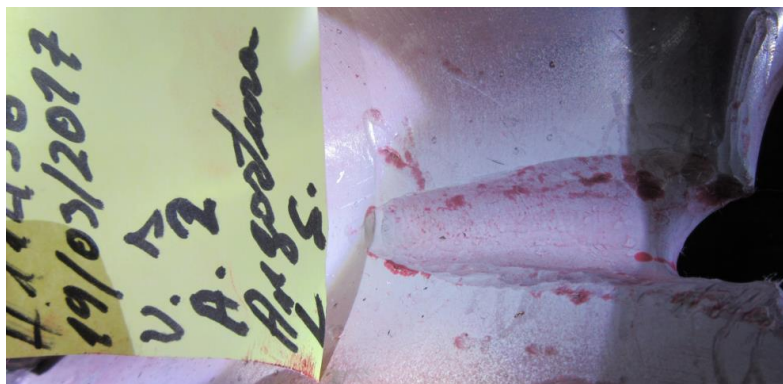


Fig. 13 : Detalle de fresado de álabe N°2

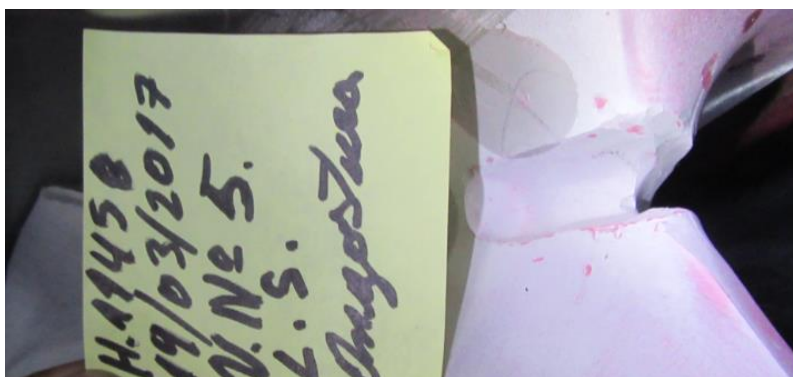


Fig. 14 : Detalle de fresado de álabe N°5



Fig. 15 : Detalle de fresado de álabe N°7



Fig. 16 : Detalle de fresado de álabe N°8



Fig. 17 : Detalle de fresado de álabe N°9



Fig. 18 : Detalle de fresado de álabes N°10



Fig. 19 : Detalle de fresado de álabes N°11



Fig. 20 : Detalle de fresado de álabes N°12

3.3 Precalentado de zonas a reparar

Este proceso consistió en el calentamiento de los sectores a reparar con la finalidad de secar las superficies y preparar las zonas antes de realizar los trabajos de soldadura.

El calentamiento se realizó mediante mantas térmicas eléctricas, las cuales fueron instaladas en toda la superficie aledaña a las fisuras. El calentamiento se realizó utilizando una rampa de aumento de temperatura de 35 °C por hora, hasta una temperatura máxima de 137° C.

En todo momento se mantuvo control sobre las temperaturas realizando mediciones directamente en las zonas a reparar.

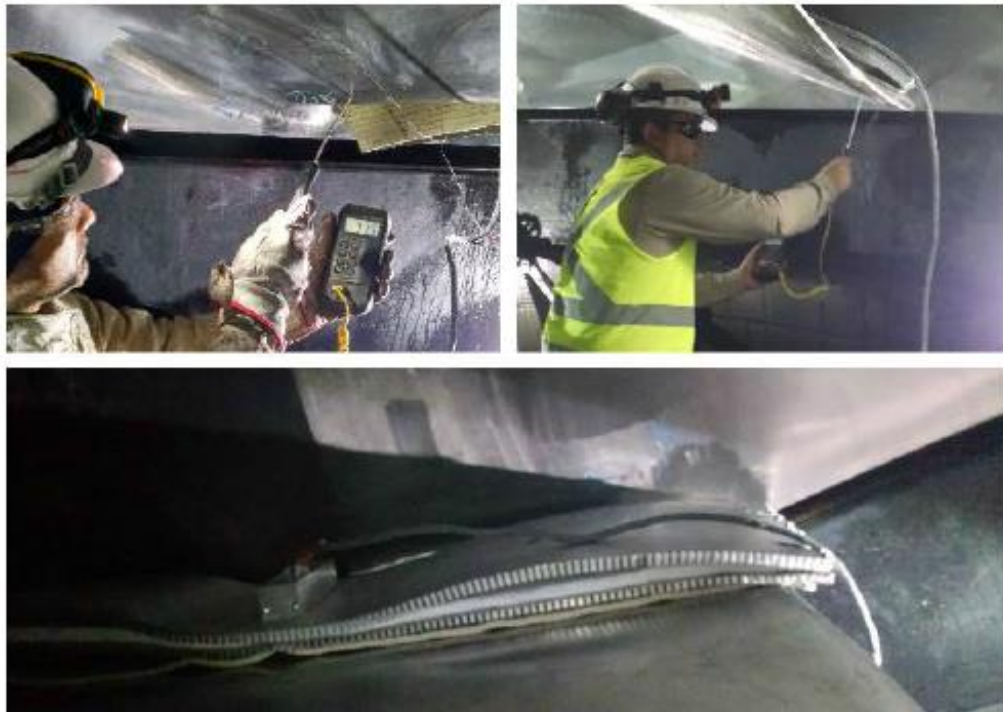


Fig. 21 : Instalación de mantas térmicas y control de temperaturas en zonas a reparar

3.4 Proceso de relleno con soldadura mediante método TIG

La reparación de las fisuras se realizó mediante el aporte de soldadura de acero inoxidable tipo ER 316 L, con el proceso TIG y de acuerdo con lo indicado en el procedimiento WPS 003 Rev. A.

El orden en el proceso de reparación fue el siguiente:

1. Reparación de álabes N° 2 y 9
2. Reparación de álabes N° 5 y 10
3. Reparación de álabes N° 7 y 11
4. Reparación de álabes N° 8 y 12



Fig. 22 : Reparación fisura de álabe N° 2



Fig. 23 : Reparación fisura de álabe N° 5



Fig. 24 : Reparación fisura de álabe N° 7



Fig. 25 : Reparación fisura de álabe N° 8



Fig. 26 : Reparación fisura de álabe N° 9



Fig. 27 : Reparación fisura de álabe N° 10



Fig. 28 : Reparación fisura de álabe N° 11



Fig. 29 : Reparación fisura de álabe N° 12

3.5 Proceso de enfriado de zonas reparadas

Posterior a los trabajos de soldadura, todas las zonas reparadas se mantuvieron aisladas mediante mantas térmicas, de tal forma de mantener un enfriamiento lento y sin cambios bruscos de temperatura.



Fig. 30 : Instalación de mantas térmicas para enfriamiento controlado

3.6 Esmerilado y pulido de zonas reparadas

Este proceso se realizó en todas las zonas donde se aplicó soldadura, utilizando para ello piedras cilíndricas para el desbaste y ruedas traslapadas de grano 40 a 80 para el pulido de terminación. Se utilizaron además plantillas en el borde de salida de los álabes para mantener la geometría del perfil original.



Fig. 31 : Trabajos de esmerilado

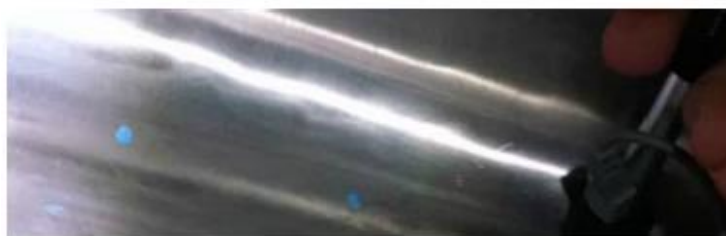


Fig. 32 : Pulido de álabe N°2



Fig. 33 : Pulido de álabe N°5



Fig. 34 : Pulido de álabe N°7



Fig. 35 : Pulido de álabe N°8



Fig. 36 : Pulido de álabe N°9



Fig. 37 : Pulido de álabe N°10



Fig. 38 : Pulido de álabe N°11



Fig. 39 : Pulido de álabe N°12

3.7 Inspección con tintas penetrantes en zonas reparadas

Posterior a las reparaciones, se realizaron inspecciones con tintas penetrantes mediante lo cual se evidencia la completa eliminación de las fisuras.



Fig. 40 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabe N°2



Fig. 41 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabe N°5



Fig. 42 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabe N°7



Fig. 43 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabe N°8



Fig. 44 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabes N°9



Fig. 45 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabes N°10



Fig. 46 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabes N°11



Fig. 47 : END Tintas Penetrantes – Fisura eliminada en álabes N°12

3.8 Medición de dureza HB (Brinell)

Se realizaron mediciones de dureza HB en las zonas de reparación, midiendo en diversos puntos de la banda (anillo inferior rodete), zona de reparación (empalme soldadura) y álabes del rodete.

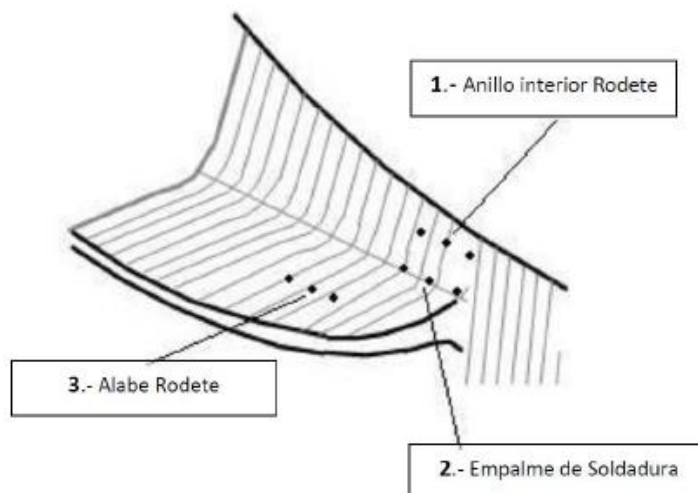


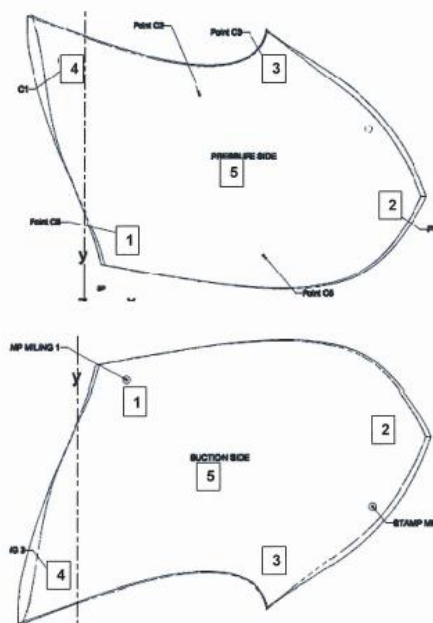
Fig. 48 : Zonas donde se realizaron medidas de dureza



Tabla mediciones de dureza HB

Nº Alabe	Dureza HB											
	Anillo interior Rodete				Empalme de Soldadura				Alabe Rodete			
	1	2	3	Prom	1	2	3	Prom	1	2	3	Prom
2	251	262	251	255	171	182	191	181	264	273	248	262
5	296	263	301	287	194	190	183	189	280	278	338	299
7	223	304	294	274	234	159	131	175	272	290	286	283
8	274	245	287	269	214	189	140	181	276	267	296	280
9	278	286	255	273	205	171	184	187	294	295	257	282
10	268	272	274	271	161	187	169	172	260	266	235	254
11	264	297	288	283	214	196	184	198	299	292	287	293
12	272	252	259	261	190	178	165	178	273	274	265	271
				272				183				278

Como referencia se adjunta el control de dureza HB de los álabes realizado durante el proceso de fabricación del rodete de la Unidad N°1, que se encuentra en el "Inspection Data Book" del rodete, documento N° HEU AGT 01MEA BB 32 221 de fecha 07/06/2012, éste muestra las siguientes medidas :



Blade	Side	1	2	3	4	5
6001	PS	283	276	286	280	267
	SS	276	274	279	281	250
6002	PS	271	268	280	282	266
	SS	270	270	282	272	268
6004	PS	281	277	267	265	255
	SS	277	276	277	281	254
6007	PS	272	267	278	260	266
	SS	265	258	261	267	265

Unit: HB

Equipment: Equotip 3

Operator: R.Maensivu Date: 17.6.2011

284/677

Blade	Side/ Lado	1	2	3	4	5
6000	Pressure Side/ Presión Lado	275	258	271	275	240
	Suction Side/ Succión Lado	268	265	270	278	250
6003	Pressure Side/ Presión Lado	263	262	270	275	265
	Suction Side/ Succión Lado	262	260	275	262	253

Unit: HB

Blade Paleta	Side Lado	1	2	3	4	5
6005	Pressure Side/ Presión Lado	269	267	258	259	271
	Suction Side/ Succión Lado	268	261	264	257	268
6006	Pressure Side/ Presión Lado	275	272	272	279	263
	Suction Side/ Succión Lado	270	261	263	239	268

Unit: HB

Blade Paleta	Side Lado	1	2	3	4	5
6009	Pressure Side/ Presión Lado	278	273	274	278	274
	Suction Side/ Succión Lado	273	262	270	284	277
6011	Pressure Side/ Presión Lado	260	280	265	276	263
	Suction Side/ Succión Lado	271	281	282	281	276

Unit: HB

Se puede observar que en el material base del rodete, se tiene una dureza máxima de 293 HB y un mínima de 254 HB que se encuentra dentro de los rangos normales para rodetes de acero inoxidable 13 Cr – 4 Ni. Sin embargo, en el empalme de soldadura se indica valores de dureza máxima de 198 HB y mínima de 172 HB, valores bastante más bajos que el material base, siendo que lo normal es que la soldadura quede con mayor dureza que el material base.

Se adjunta en anexo el informe con el control de dureza del rodete de la empresa Kinetec N° 8000170020, que muestra valores similares a los controlados por la empresa Hidrorad.

3.9 Mediciones de rugosidad

Se realiza la medición de rugosidad μm (micrones) en sectores intervenidos manteniendo rangos de rugosidades (N5 y N6), (0,4 μm y 0,8 μm).



Fig. 49 : Medidas de rugosidad

4 INSPECCIONES CON END POSTERIORES A LAS REPARACIONES

Posterior a las reparaciones, se realizaron ensayos con tintas penetrantes y ultrasonido en las zonas reparadas, estas inspecciones fueron realizadas por la empresa externa Kinetec Ltda.

Los resultados de estas inspecciones fueron satisfactorios demostrando la eliminación total de las fisuras.

5 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Durante la inspección realizada en la Unidad N°1 en el año 2016, no se observaron fisuras en los álabes del rodete, sin embargo, después de haber transcurrido un año de operación, se han encontrado fisuras significativas en ocho (8) de los trece (13) álabes en el borde de salida lado presión en la unión de los álabes con la banda. Los álabes que presentaron las fisuras son los N° 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

La inspección realizada por ultrasonido permitió observar indicaciones en forma de falta de fusión en las uniones de los álabes con la banda, no obstante, la fábrica señaló que esta falta de fusión se debía al proceso constructivo previsto para la unión de los álabes con la banda y corona. Sin embargo, las zonas de falta de fusión no siempre coinciden con las referencias de cotas constructivas señaladas por la fábrica.

Las medidas de dureza HB se encuentran dentro de los rangos normales para rodetes de acero inoxidable 13 Cr – 4 Ni. Sin embargo, en el empalme de soldadura se indica valores de dureza máxima de 198 HB y mínima de 172 HB, valores bastante más bajos que el material base, siendo que lo normal es que la soldadura quede con mayor dureza que el material base. Al respecto, agradeceremos nos puedan aclarar el aspecto anterior, además, poder enviarnos antecedentes respecto de las deformaciones que se podrían presentar en el rodete, en la zona de unión de los álabes con la banda ante distintas condiciones de operación, al tener una soldadura austenítica en la unión de dos piezas construidas con acero inoxidable martensítico.

Los resultados de las inspecciones realizadas después de haber efectuado la reparación de las ocho (8) fisuras, fueron satisfactorios, comprobándose la eliminación total de las fisuras.

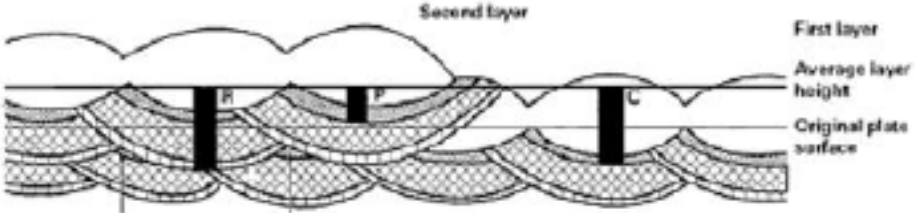
Respecto de la operación de la Unidad N°1, generó 52 horas bajo los 50 MW y además, tuvo en total de 163 partidas y detenciones en el periodo transcurrido (marzo 2016 a marzo 2017) entre los mantenimientos realizados.

Finalmente, dado que a la fecha no tenemos certeza respecto de las causas que podrían haber originado la presencia de las fisuras encontradas en el borde de salida de los álabes del rodete, agradeceremos a la fábrica nos envíe su opinión técnica respecto del origen de los hallazgos realizados en el rodete de la Unidad N°1 y nos indique cuales serían las medidas correctivas para evitar que éstos se repitan en el futuro.


6 ANEXOS

- Anexo N°1 : Procedimiento de soldadura WPS N°003 Rev A, empresa GE Hydro (Alstom).
- Anexo N°2 : Reporte Tintas penetrantes N° 200017017, empresa Kinetec Ltda.
- Anexo N°3 : Reporte Ultrasonido N° 800017024, empresa Kinetec Ltda.

ANEXO N°1 : PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN DE FISURAS

I		WP3 n° 003				Revision A	
PREPARING			FILLING-UP			DRAWING	
							
BASE METAL 1		CA5NM / UNS 41500		P/N° /	Gr /	TYPE OF ASSEMBLY Overlay	
BASE METAL 2		/		P/N° /	Gr /		
GROOVE PREPARATION :		Oxy-cutting <input type="checkbox"/>	Plasma <input type="checkbox"/>	Shearing <input type="checkbox"/>	Grinding <input type="checkbox"/>	Machining <input checked="" type="checkbox"/>	
NON DESTRUCTIVES EXAMINATION		Welds grooves or groove faces Visual <input checked="" type="checkbox"/> PT <input checked="" type="checkbox"/>			Of sealing run Visual <input type="checkbox"/> PT <input type="checkbox"/>		
INTERPASSS CLEANING <input checked="" type="checkbox"/>		Root elimination <input type="checkbox"/>		Arc gouging + grinding <input type="checkbox"/>		Grinding <input type="checkbox"/>	
WELDING PROCESS		GTAW		GTAW			
WELDING SEQUENCE		1 st Layer		2 nd Layer and more			
WELDING POSITION		Overhead / Horizontal - Vertical (up only)					
FILLER METALS		SFA 5.9 – ER316L					
		/					
		1.6 mm		2.4 mm			
FLUX / GAS SHIELDING		Argon					
		/					
		10 / 14		10 / 14			
GAS BACKING		/					
		/					
a (mm) & Intusible ELECTRODE Nature		2.4 / WC		2.4 / WC			
a (mm) GAS DIFFUSER NOZZLE		12.5		12.5			
CURRENT / POLARITY		DC -		DC -			
INTENSITY (Amps)		80 - 100		100 - 140			
VOLTAGE (Volts)		12 - 14		14 - 16			
TRANSFERT MODE		/		/			
TRAVEL SPEED mm / s		3 - 7		3 - 7			
HEAT INPUT J/mm		/		/			
PREHEAT TEMPERATURE		: 130 minimum				°C	
POSTHEAT TEMPERATURE		: 150				°C TIME: 1 hour minimum	
INTERPASS MAXI TEMPERATURE		: 190				°C	
NON DESTRUCTIVE EXAMINATION		Visual	Dtm	PT	MT	RT	UT
% OF EXAMINATION		100%	100%	100%	100%	/	/
POSTWELD HEAT TREATMENT		YES <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	HOLDING TEMPERATURE			°C
					HOLDING TIME		
REMARKS : Between 1st and 2nd Layer, heat input should be increase of 30%		Prepared by S.MEYNEL			Approved by /		

ANEXO N° 2 : INFORME INSPECCIÓN CON TINTAS PENETRANTES POSTERIOR A LAS REPARACIONES.

 KINETEC <small>WWW.KINETEC.CL</small>	REPORTE DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES DYE PENETRANT TESTING REPORT	N° REPORTE / REPORT N°: 200017017
---	--	---

1. GENERALIDADES/ GENERALITIES.		
FECHA/DATE: 24 de Marzo 2017.	FECHA ENSAYO/TEST DATE: 22/03/2017	
CLIENTE/CLIENT: Colbun Angostura	DIRECCION/ADDRESS: Angostura	
SOLICITANTE/REQUESTED BY: Juan Soto	CARGO/POST: Supervisor Mecánico	
2. DATOS DE LA PIEZA/ INSPECTED ELEMENT DATA.		
PROYECTO/PROYECT: Turbina 01		
N° UNIONES/N° OF JOINTS: .-----	TIPO DE MATERIAL/MATERIAL: ASTM A 743 GRCA 6NM	
TAMAÑO/SIZE: .-----	N° INFORME TERRENO/REPORT TEST N°:	
ACABADO SUPERFICIAL/SURFACE FINISH: Limpia y suave.		
ZONA INSPECCIONADA/INSPECTED AREA: Reparación de grietas en álabes 2-5-7-8-9-10-11-12		
3. INFORMACION SOBRE LA INSPECCION/ INSPECTION DATA.		
PROCEDIMIENTO No. / PROCEDURE N°: 300-08.	REVISION/REVISION: 03	NORMA/STANDARD: ASTM E165; ASME V. 2010
TINTAS PENETRANTES/ DYE PENETRANT: Visibles.		
TIPO/TYPO: Spotcheck SKL-SIP2/ SKD-S2.		
4.-OBSERVACIONES / OBSERVATIONS: Se realiza ensayo de tintas a zona de reparación de grieta en álabes indicados.		
CRITERIO DE ACEPTACIÓN/ ACCEPTANCE CRITERIA:		
Refiérase a anexo tabla recopilada de Hoja de calidad "QS-AGT-10063/B"		
Resultados: No se observan indicaciones lineales. Se observan indicaciones redondas que no superan criterio aceptación y rechazo de norma.		

Elaborado por:  Rodrigo González L. Inspector Nivel II		Revisado por:  Jorge Martínez P. Inspector Nivel II
--	---	---

REPORTE DE INSPECCIÓN POR TINTAS PENETRANTES
DYE PENETRANT TESTING REPORT

Nº REPORTE /
REPORT Nº: 200017017

Anexo 1, tabla de calidad según "Quality Sheet QS-AGT-10063/B"

Sketch area	I		II		III		IV		V		VI	
Inspection at	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Roughness Micrometer	3.2	(a)	12.5	(a)	12.5	(a)		(a)		(a)	12.5	(a)
VT	(b) (h)	(b) (h)	(b) (h)	(b) (h)	(b) (h)	(b) (h)		(b)		(b)	(b) (h)	(b) (h)
MT**	2		2		2						2	
UT* (c)	(f)		(d)		(a)						(a)	
RT***												
PT		2		(i)		2		2		(i)		(i)

Notes:

- (i) Areas II – V – VI: 100% Dye Penetrant inspection, Class 3 with total Surface of the indications in the range of 30 mm²

F: Foundry or forging company M: Manufacturer workshop

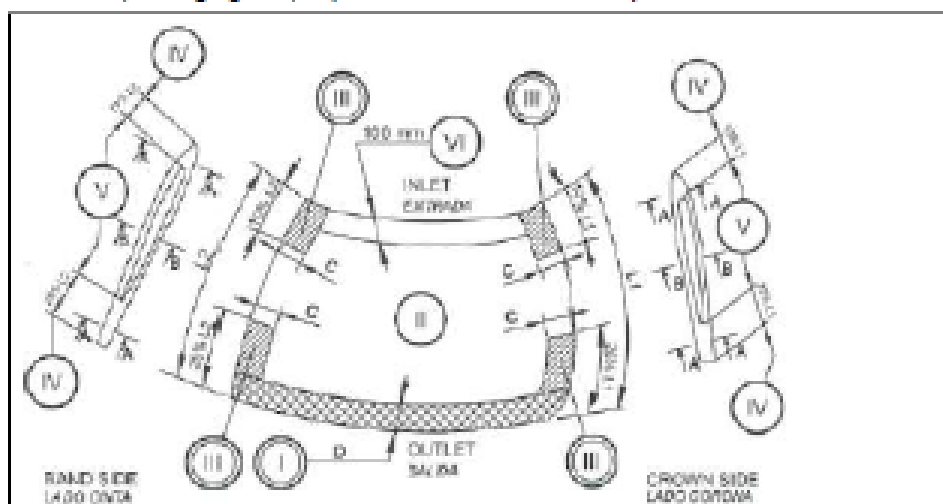


Fig. 3 - Zonas según Quality Sheet

ELABORADO POR /ELABORATED BY:




Rodrigo González L.
Ing. Inspector NDT nivel II – SNT

Revisado por / Reviewed by:



Jorge Martínez P.
Ing. Inspector Nivel II - SNT

RESUMEN DE DISCONTINUIDADES ENCONTRADAS
LOCATED DISCONTINUITIES SUMMARY

Alabe N° 2

- Sector Presión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Sector depresión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Estado: Aceptado

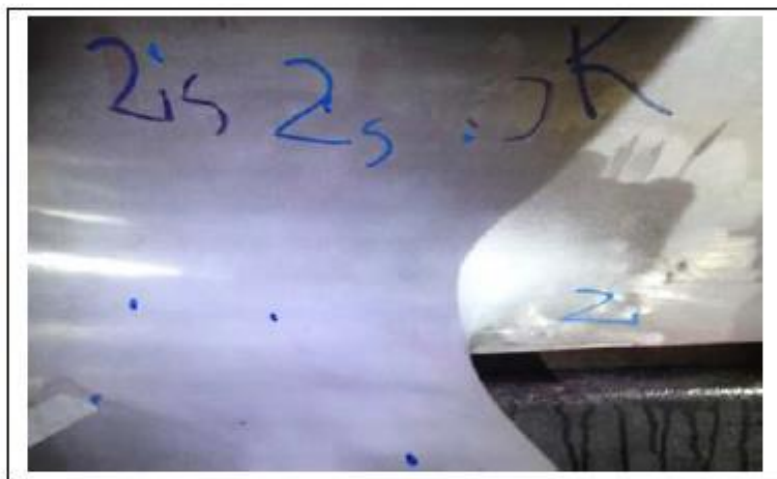


Figura 1 – Alabe N°2

Alabe N° 5

- Sector Presión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Sector depresión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Estado: Aceptado

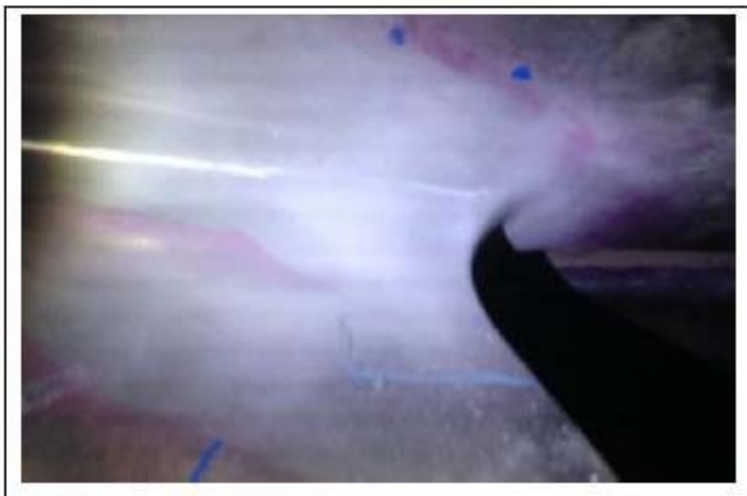


Figura 2 – Alabe N° 5

Alabe N° 7

- Sector Presión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Sector depresión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Estado: Aceptado

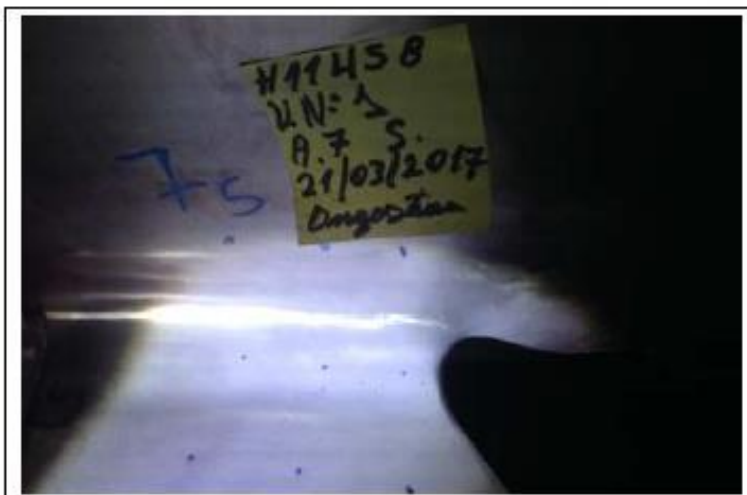


Figura 3 – Alabe N° 7

Alabe N° 8

- Sector Presión: Mediante la técnica de ensayo empleada se observa indicación irrelevante en forma de poro aislado, aledaño y externo a zona de reparación de grieta.
 - Tamaño de la indicación 1 – 2 mm diámetro
 - Soldadura de reparación no presenta indicaciones
- Sector depresión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Estado: Aceptado

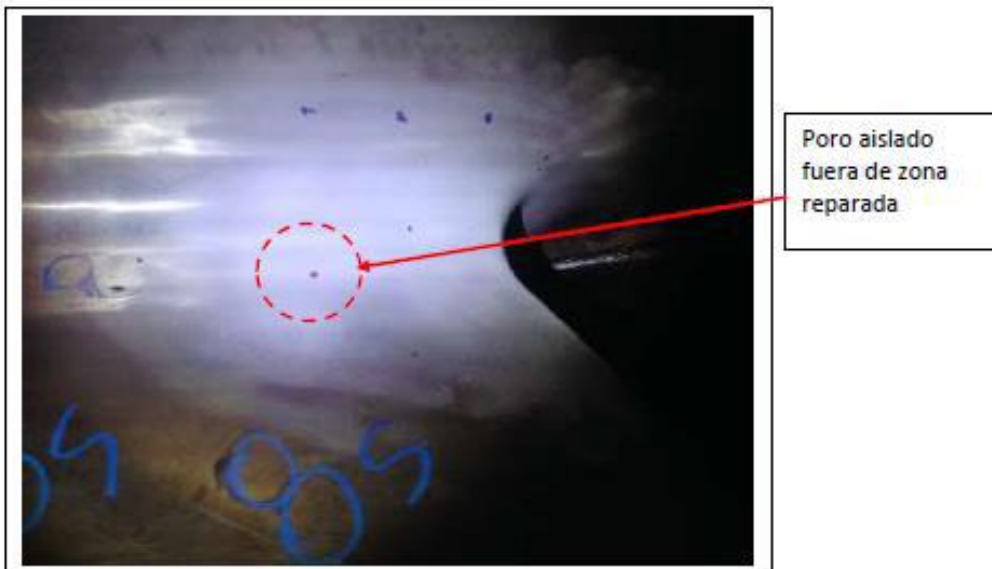


Figura 4 – Alabe N°8

Alabe N° 9

- Sector Presión: Mediante la técnica de ensayo empleada se observa indicación irrelevante en forma de poro aislado, aledaño y externo a zona de reparación de grieta.
 - Tamaño de la indicación 1 – 2 mm diámetro
 - Soldadura de reparación no presenta indicaciones
- Sector depresión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Estado: Aceptado



Figura 5 – Alabe N° 9

Alabe N° 10

- **Sector Presión:** Mediante la técnica de ensayo empleada se observa indicación irrelevante en forma de poro aislado, aledaño y externo a zona de reparación de grieta. Indicación 01
 - Tamaño de la indicación 1 mm diámetro
 - Soldadura de reparación no presenta indicaciones
- **Estado:** Aceptado



Figura 6 – Alabe 10

Alabe N° 10

- Sector depresión: Soldadura vertical de álabe, transición entre zona de presión y depresión, se observa indicación lineal y poros aislados. Zona 01
- Estado: Rechazado, se solicita reparar.

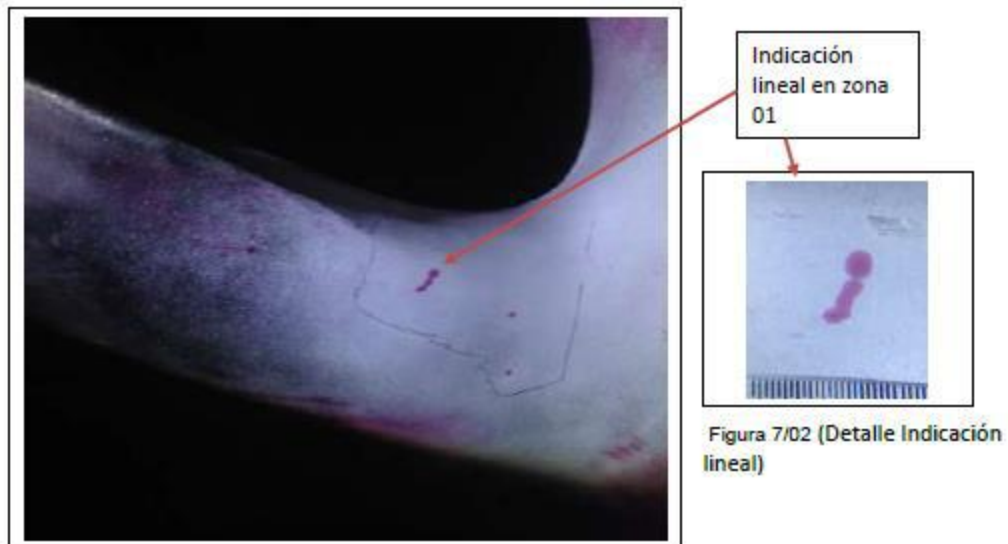


Figura 7/01 – Alabe 10 indicación lineal

Alabe N° 10

- Sector depresión: Mediante la técnica de ensayo empleada no se observan indicaciones asociadas a reparación de grieta.
- Estado: Aceptado.

Alabe N° 10 (Reparación indicación lineal)

- Sector depresión: Reparación consiste en pulir zona y eliminar indicación lineal. Figuras 8 y 9, posterior a reparación.
- Estado: Aceptado

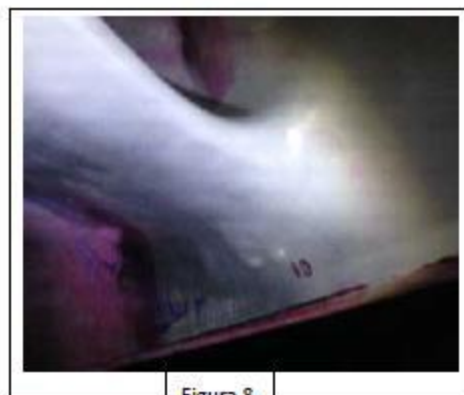


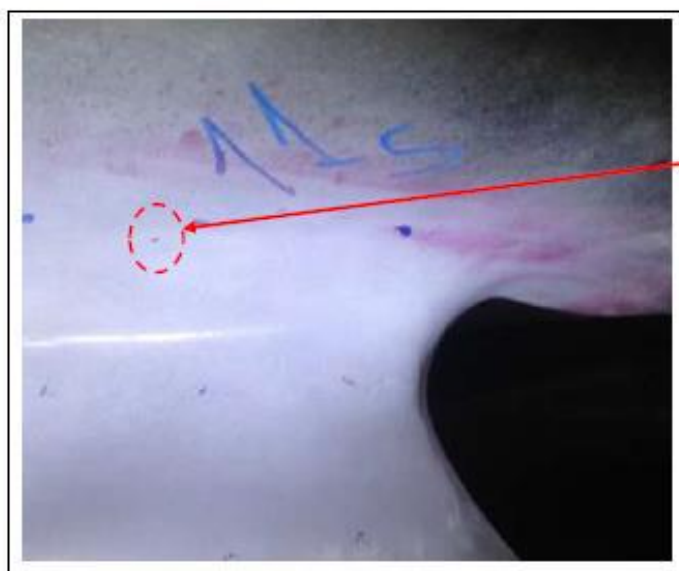
Figura 8



Figura 9

Alabe N° 11

- **Sector Presión:** Mediante la técnica de ensayo empleada se observa indicación irrelevante en forma de poro aislado, aledaño y externo a zona de reparación de grieta.
 - Tamaño de la indicación 1 mm diámetro
 - Soldadura de reparación no presenta indicaciones
- **Sector depresión:** Mediante la técnica de ensayo empleada se observa indicación irrelevante en forma de poro aislado
 - Tamaño de la indicación 0,5 mm
- **Estado:** Aceptado



Poro aislado
fuera de zona
reparada

Figura 10 – Alabe 11

Alabe N° 12

- **Sector Presión:** Mediante la técnica de ensayo empleada no se observa indicaciones asociadas al proceso de soldadura
- **Sector depresión:** Mediante la técnica de ensayo empleada no se observa indicaciones asociadas al proceso de soldadura
- **Estado:** Aceptado

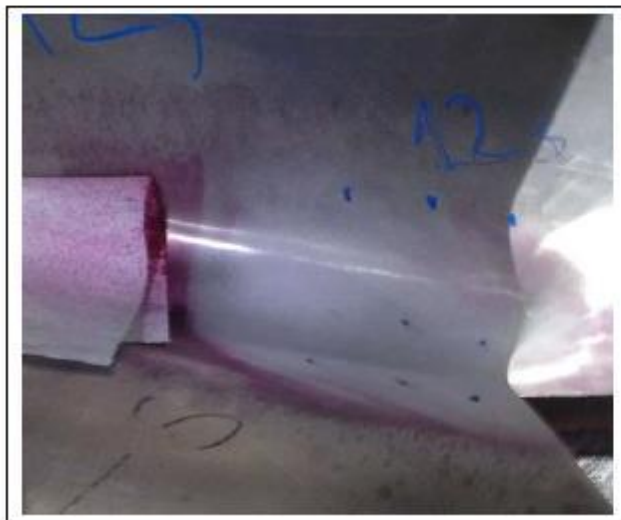


Figura 11 – Alabe 12

Elaborado por /Elaborated by:



Rodrigo González L.
Ing. Inspector NDT nivel II - SNT




Revisado por/ Reviewed by:



Jorge Martínez P.
Ing. Inspector Nivel II - SNT

ANEXO N° 3 : INFORME INSPECCIÓN MEDIANTE ULTRASONIDO POSTERIOR A LAS REPARACIONES

 www.kinetic.cl	INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO		800017024	
	Fecha/Date: 23-03-2017		Orden de trabajo/Work Order	
	Ubicación técnica/Technical Location		Turbina N°1 Angostura	

Identificación de la empresa Mandante/Company Identification			
Empresa/Company	Central Angostura	Ciudad/City	Los Angeles
Solicitado por/Requested by	Juan Soto	Cargo/Post	Supervisor mantenimiento mecánica

Identificación del ensayo de ultrasonido/Ultrasonic test data		
Objetivo/Objective	Elemento controlado/Controlled Element	Fecha de ensayo/Test date
Evaluar calidad de soldaduras	Unión alabe banda	17-03-2017

Características de la zona inspeccionada/Inspected area data			
Material base/Base material	Proceso soldadura/Welding process	Tamaño/Size	Espesor/Thickness (mm)
Acero Carbono	GTAW	Variable	Variable

Características del ensayo/Test characteristics				
Medio Acoplante/Acouplant	Características de la superficie/surface characteristics	Técnica de inspección/Inspection technique	Transductor/Transducer	Norma o código/Standard
Metylén diluido/ Diluted metylen	Limpia y suave/Soft and Clean	Contacto/Contact	Angular	ASME V
Patrón de calibración/Calibration Pattern		Nivel de referencia	Nivel de rechazo	
Tipo/Type	Certificación/Certification	N° serie/Serial	Altura 80%	20%
IIW Type 1 - Metric	Niagara Lasalle N° 808906B	142908	Gain 66 dB	± 6dB

Identificación del equipo/Equipment identification				
Equipo/Equipment	Serie/Series	Calibración/Calibration	Trazabilidad/Traceability	Certification N°
MITECH	FD1042501	13-02-2017	ASTM - E-317	SIB - 43346

Identificación del transductor/Transducer identification				
Marca/Type	Frecuencia/Frequency	Angulo/Angle	Tamaño/Size	N° serie/Series N°
DOPPLER	2.5MHz	70°	9x9 mm	DEE907
DOPPLER	2.0 MHz	0°	10 mm	FJB813

Resultados/Results	
Se realizó inspección a reparación de fisuras mediante palpador de haz recto y palpador angular de 70° Se inspecciona con haz recto sobre reparación de grietas por lado de presión y depresión, no observándose indicaciones asociadas a fisuras. Con haz angular se inspeccionó desde lado alabe hacia banda. No se observan indicaciones asociadas a grietas Se adjuntan imágenes representativas de inspección	Aceptado <input checked="" type="checkbox"/> Rechazado <input type="checkbox"/>
Informe UT terreno N°/Ultrasonic report number	N/A

Elaboró/Elaborated by

Revisó/Revised By



 Christian González C.
 Ing. Inspector UT Nivel II

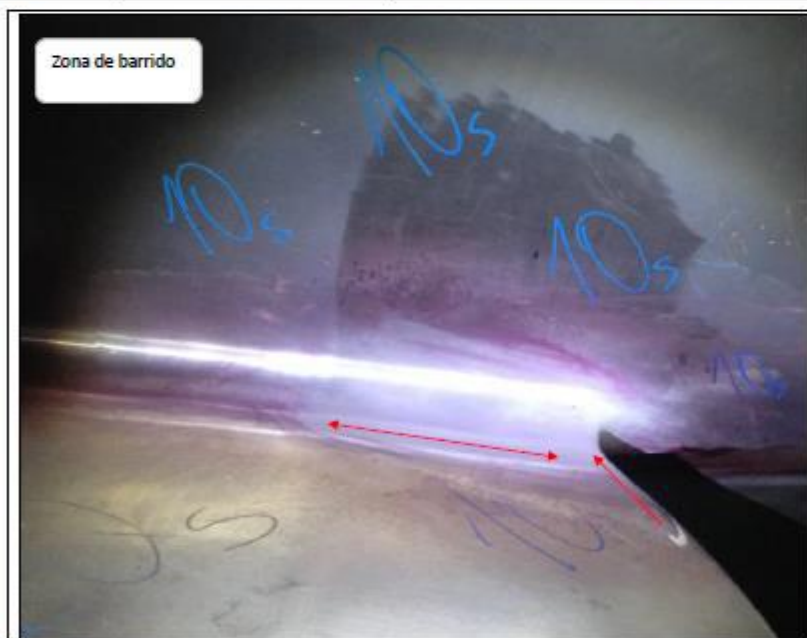


 Ing. Rodrigo González L.
 Ing. Inspector UT Nivel II

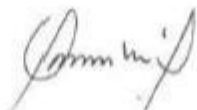

 www.kinetec.cl	INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO		800017024
	Fecha/Date:	23-03-2017	Orden de trabajo/Work Order
	Ubicación técnica/Technical Location	Turbina N°1 Angostura	

Tabla anexa de resultados

Numero de unión Alabe - banda	Profundidad aproximada	Discontinuidad encontrada.
2		S. Observaciones
5		S. Observaciones
7		S. Observaciones
8		S. Observaciones
9		S. Observaciones
10		S. Observaciones
11		S. Observaciones
12		S. Observaciones




Christian González C.
Ing. Inspector UT Nivel II



Ing. Rodrigo González L.
Inspector Nivel II - UT

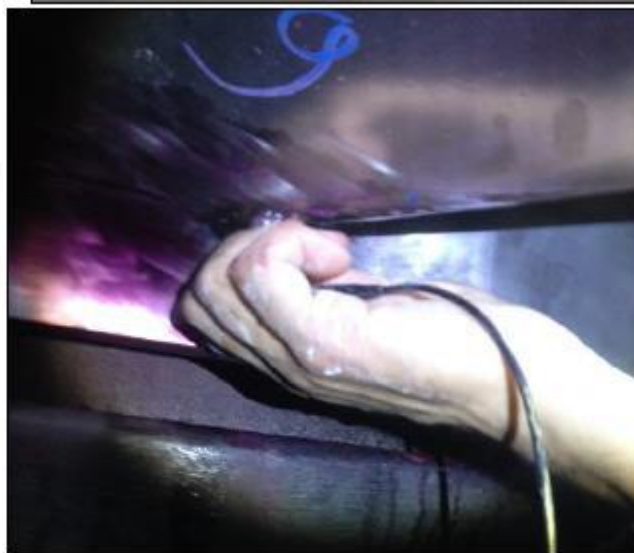


	INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO		800017024
	Fecha/Date:	23-03-2017	Orden de trabajo/Work Order
	Ubicación técnica/Technical Location	Turbina N°1 Angostura	

Inspección mediante palpador de haz recto en zona presión.



Inspección mediante palpador de haz recto en zona depresión.




Christian González C.
Ing. Inspector UT Nivel II


Ing. Rodrigo González L.
Inspector Nivel II - UT



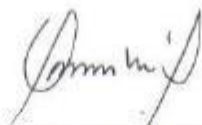
Pag. 3 / 4

	INFORME DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO		800017024
	Fecha/Date:	23-03-2017	Orden de trabajo/Work Order
	Ubicación técnica/Technical Location	Turbina N°1 Angostura	

Inspección mediante palpador de haz angular con dirección a unión alabe banda




Christian González C.
Ing. Inspector UT Nivel II



Ing. Rodrigo González L.
Inspector Nivel II - UT

