



Technical Specification FESD #060	Revision: 2	Date: 16/11/2009
Specifiche tecniche di fabbricazione e pulizia per oggetti in UHV per il progetto Fermi@Elettra Manufacturing and Cleaning Technical Specification for the Fermi@Elettra Project UHV devices		
G.Lanfranco (Author, Vacuum Coordinator)	Signature	Date
L.Rumiz (Author)	Signature	Date
D.Zangrando (Linac FAPL)	Signature	Date
E.Karantzoulis (E-beam Transport FAPL)	Signature	Date
M.Svandrlík (Chief Engineer)	Signature	Date
S.Milton (Project Leader)	Signature	Date

Revisioni
Revisions

Revision #	Date	Description	Author
01	20/06/2009	§§ su soffiotti, bake-out e test RGA §§ on bellows, bake-out and RGA tests added Rivisitazione generale dei capitoli	G.Lanfranco / L.Rumiz
02	14/11/2009	Aggiunta traduzione in inglese. Added English translation	G.Lanfranco

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	7
2	OGGETTO DELLA FORNITURA	7
3	NORMATIVA.....	8
4	SELEZIONE DEI MATERIALI.....	9
4.1	Materiali ammessi	9
4.2	Materiali non ammessi.	10
4.3	Permeabilità magnetica	10
4.4	Certificazione del materiale	11
5	FABBRICAZIONE.....	11
5.1	Lavorazioni meccaniche	11
5.1.1	Aspetti generali.....	11
5.1.2	Flange.....	12
5.1.3	Abrasivi.....	12
5.1.4	Lubrificanti.....	13
5.2	Saldature e Brasature.....	14
5.2.1	Aspetti generali.....	14
5.2.2	Componenti bimetallici	15
5.2.3	Trattamento delle bruciature da saldatura.....	15
5.2.4	WPS e PQR.....	16
6	DISEGNI DI FABBRICAZIONE	16
7	DISPOSITIVI ELETTROMECCANICI IN VUOTO.....	17
8	Soffietti.....	17
9	PULIZIA	18
9.1	Aspetti generali.....	18
9.2	Condizioni di pulizia	18
9.3	Trattamenti di pulizia delle superfici esposte al vuoto.	19
9.3.1	Sgrassaggio.....	20
9.3.2	Risciacquo.....	21
9.3.3	Eliminazione degli Ossidi	21
9.3.4	Brillantatura (opzionale)	21
9.3.5	Neutralizzazione	22
9.3.6	Protezione delle Superfici	22
9.3.7	Modalità di Lavaggio.....	22
9.3.8	Asciugatura e Conservazione.....	22
9.4	Bake-out.....	23
9.5	Test da vuoto con analizzatore di gas residui (test RGA)	24
10	TEST DI ACCETTAZIONE.....	26
10.1	Specifiche di accettazione.....	26
10.2	Sistemi di pompaggio	27
10.3	Sistemi di misura	27
10.4	Collaudo	28
10.4.1	Aspetti generali.....	28
10.4.2	Procedura di collaudo	28

10.4.3	Calibrazione dello Spettrometro Cercafughe.....	29
10.4.4	Determinazione del fondo	29
10.4.5	Determinazione del tempo caratteristico.....	29
10.4.6	Collaudi da vuoto a temperatura ambiente	30
10.4.7	Perdite localizzate	30
10.4.8	Perdita totale	30
10.4.9	Condizioni di accettazione.....	30
10.4.10	Rapporto prove.....	31
11	MARCATURA.....	31
12	RESOCONTO FINALE E DOCUMENTAZIONE ALLEGATA.....	32
13	PIANO DI ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ	32
14	IMBALLAGGIO	33
15	AZIONI CORRETTIVE	34
16	DIRITTO D'ISPEZIONE.....	34

INDEX

1	INTRODUCTION	7
2	SCOPE OF WORK.....	7
3	CODES AND REGULATIONS	8
4	MATERIAL SELECTION.....	9
4.1	Allowed materials.....	10
4.2	Not permitted materials	10
4.3	Magnetic permeability.....	11
4.4	Material certification.....	11
5	MANUFACTURING	11
5.1	Machining.....	11
5.1.1	Introduction	11
5.1.2	Flanges	12
5.1.3	Abrasives	12
5.1.4	Cutting Fluids.....	13
5.2	Welding and Brazing.....	14
5.2.1	Introduction	15
5.2.2	Bimetallic Components	15
5.2.3	Weld Burns Removal.....	16
5.2.4	WPS and PQR.....	16
6	FABRICATION DRAWINGS	17
7	ELECTROMECHANICAL DEVICES IN VACUUM	17
8	BELLOWS.....	18
9	CLEANING.....	18
9.1	Introduction	18
9.2	Cleaning Conditions	19
9.3	Cleaning Procedures for the Surfaces Exposed to Vacuum.....	20
9.3.1	Degreasing.....	21
9.3.2	Rinse.....	21
9.3.3	Oxides Removal.....	21
9.3.4	Mirror Finish (optional).....	22
9.3.5	Neutralization.....	22
9.3.6	Surface Protection	22
9.3.7	Bathing Methods	22
9.3.8	Drying and Storage.....	22
9.4	Bake-out.....	23
9.5	Residual Gas Analyzer (RGA) Test	25
10	ACCEPTANCE TEST	26
10.1	Acceptance Requirements.....	26
10.2	Pumping Systems.....	27
10.3	Measuring Equipment.....	27
10.4	Inspection	28
10.4.1	Introduction	28
10.4.2	Inspection Procedure	29
10.4.3	Leak Detector Calibration.....	29

10.4.4	Background Noise Determination.....	29
10.4.5	Characteristic Time	29
10.4.6	Room Temperature Vacuum Inspection.....	30
10.4.7	Localized Leaks	30
10.4.8	Total leak	30
10.4.9	Acceptance Requisites	31
10.4.10	Test Report	31
11	MARKING.....	32
12	FINAL REPORT AND TRAVELER.....	32
13	QUALITY ASSURANCE PLAN	33
14	PACKAGING.....	34
15	CORRECTIVE ACTIONS.....	34
16	RIGHT TO INSPECTION.....	34

1 INTRODUZIONE

Il progetto FERMI presso Sincrotrone ELETTRA di Trieste sarà un laboratorio per ricerche scientifiche nell'ambito della fisica della materia e delle bioscienze e opererà sia a carattere nazionale sia internazionale per mezzo di impulsi di raggi X ad alta brillantezza su processi ultra-veloci con risoluzione ultra-alta. FERMI@Elettra sarà composto da un acceleratore lineare e due fasci Free Electron Laser (FEL) che operano all'interno di sistemi in alto e ultra alto vuoto.

Le camere per l'ultra alto vuoto (UHV), cioè con pressione inferiore a 10^{-9} mbar, sono componenti critici sia per i materiali impiegati che per i procedimenti di pulizia adottati. Il trattamento scrupoloso sia in fase di fabbricazione che in quella di condizionamento permette di ottenere valori di desorbimento specifico adeguati al raggiungimento e agevole mantenimento dei livelli di vuoto richiesti.

1 INTRODUCTION

The FERMI project at the ELETTRA Laboratory of Sincrotrone Trieste will be a national and international user facility for scientific investigations with high brilliance X-ray pulses of ultra-fast and ultra-high resolution processes in material science and physical biosciences. The full FERMI facility will consist of a linear accelerator and two Free-Electron-Laser (FEL) beamlines that operate within high and ultra-high vacuum systems.

The chambers for the ultra high vacuum (UHV, less than 10^{-9} mbar) are critical components to the system and to the production of the laser pulses. Great care must be taken in the fabrication phase to prepare the chambers so that unwanted gases are not reabsorbed and the requested high level of vacuum can be reached.

2 OGGETTO DELLA FORNITURA

Questo documento specifica i requisiti e le procedure che devono essere stabiliti al fine di produrre componenti e camere destinati ad operare in UHV nell'ambito del progetto FERMI@Elettra.

Il presente documento si applica a elementi in alluminio e acciaio inox, fabbricati per stampaggio, lavorazione meccanica e saldatura; specifica i requisiti da soddisfare per la saldatura, la pulizia, l'ispezione, il collaudo, la documentazione, l'imballaggio e il trasporto.

Il fabbricante deve garantire la completa conformità con le specifiche presenti in questo documento e con i disegni di fabbricazione. Tuttavia, qualora si richiedessero necessarie eventuali deviazioni da queste specifiche, esse devono essere sottoposte per approvazione a Sincrotrone Trieste S.C.p.A (ST) il quale deve ratificare per iscritto prima che qualsiasi ulteriore azione venga intrapresa.

Questo documento è proprietà esclusiva della ST.

2 SCOPE OF WORK

This document specifies the requirements and procedures that are to be used to produce the components and vacuum chambers that are operated at UHV for the FERMI@Elettra Project.

This document applies to aluminum, steel and stainless steel components fabricated by forming, machining and welding operations and covers the requirements for design, welding, cleaning, coating, inspection, testing, documentation, packaging and transportation.

The manufacturer shall secure complete compliance with these specifications. However, were any deviations from these specifications necessary, they shall be submitted for review to Sincrotrone Trieste S.C.p.A. (from now on ST) who must approve in writing prior to proceeding any further.

This document is exclusive property of ST and it shall neither be shown to Third Parties nor used for purposes other than those for which it has been delivered.

3 **NORMATIVA**

Come buona pratica industriale, il costruttore seguirà le linee guida fornite dagli organi normativi internazionali quali:

- International Standards Organization (ISO)
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society for Testing and Material (ASTM)
- American Welding Society (AWS)

Fermo restando che laddove sussista un'equivalenza tra le varie regolamentazioni la scelta di adottare una normativa anziché un'altra sarà lasciata al fornitore, la normativa di riferimento per le varie fasi costruttive è la seguente:

- Certificazione dei materiali secondo ASTM.
- Saldature
 - ISO 15614-1, ISO 15614-11, ispezione e test.
 - ISO 13919-1, ISO 5817, qualità della saldatura, livello B: rigoroso.
 - ISO 9606-1, qualifica del saldatore.
 - ISO 15609-3, ISO 15609-1 , welding procedure specifications, WPS
 - AWS D1.6, Structural Welding Code - Stainless Steel
 - AWS D1.2, Structural Welding Code – Aluminum
 - ASME, BPVC, Section IX, certificazione processi di saldatura ed operatori.
 - ASME, BPVC, Section V, controlli non distruttivi.
 - ASME, BPVC, Section II, part C, materiali d'apporto.
- Fabbricazione
 - ASME, BPVC, Section VIII, Division 2

3 **CODES AND REGULATIONS**

Under normal industrial practices the contractor shall comply with the guidelines of the following international organizations:

- International Standards Organization (ISO)
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society for Testing and Material (ASTM)
- American Welding Society (AWS)

The following documents are to be used, or their equivalent at fabricator discretion, for the various construction phases.

- Material certification according to ASTM.
- Welding

- ISO 15614-1, ISO 15614-11, test and inspection.
- ISO 13919-1, ISO 5817, weld quality: level B, rigorous.
- ISO 9606-1, welder qualification.
- ISO 15609-3, ISO 15609-1, *welding procedure specifications*, WPS
- AWS D1.6, Structural Welding Code – Stainless Steel
- AWS D1.2, Structural Welding Code – Aluminum
- ASME, BPVC, Section IX, welding processes and welder certification.
- ASME, BPVC, Section V, non-destructive tests.
- ASME, BPVC, Section II, part C, Specifications for Welding Rods Electrodes and Filler Metals.
- Manufacturing
 - ASME, BPVC, Section VIII, Division 2

4 SELEZIONE DEI MATERIALI

Tutti i materiali da costruzione adottati devono essere compatibili con l'UHV, cioè devono permettere, con adeguato sistema di pompaggio, il raggiungimento di pressioni almeno pari o inferiori a 10^{-9} mbar.

4 MATERIAL SELECTION

All of the materials used shall be compatible with UHV and must reach, with proper pumping systems, pressures less than or equal to 10^{-9} mbar.

4.1 *Materiali ammessi*

I materiali dei componenti da vuoto sono indicati nel relativo disegno tecnico. Variazioni di gradazione dal materiale indicato sono possibili previa autorizzazione scritta da parte di ST.

Una lista non esaustiva dei materiali generalmente consentiti è riportata in Tabella 1.

Acciaio inossidabile - AISI 304L, 304LN, 316L, 316LN, 321, 347
Alluminio e leghe d'alluminio 5086, Alclad 6061, Alclad 6063, ISO 1MgSi6060, allumina ad alta densità
Berillio
Rame (OFC, OFHC, GlidCop grado AL-15 e grado Al-25)
Vetro
Zaffiro
Oro
Argento
Mumetal, Monel metal
Titanio
Inconel
PTFE
Mica

Tabella 1 - Principali materiali compatibili con l'UHV

L'uso di colle è consentito previa dichiarazione scritta della compatibilità con sistemi in UHV e approvazione scritta da parte di ST.

4.1 Allowed materials

Table 1, though not exhaustive, lists some materials compatible with UHV applications. UHV parts must be made of the materials stated in their relative drawing title block. Deviations from the material indicated in the title block and the use within the UHV system of materials other than those listed in Table 1 require ST prior written consent.

If glues are used, the vendor shall submit a written declaration of UHV compatibility and proceed only upon ST written authorization.

Stainless Steels - AISI 304L, 304LN, 316L, 316LN, 321, 347
Aluminum and its alloys 5086, Alclad 6061, Alclad 6063, ISO IMgSi6060, high density alumina
Beryllium
Copper (OFC, OFHC, GlidCop grado AL-15 e grado Al-25)
Glass
Sapphire
Gold
Silver
Mumetal, Monel metal
Titanium
Inconel
PTFE
Mica

Table 1 – Some UHV compatible materials

4.2 Materiali non ammessi.

Generalmente, materiali con pressione di vapore alta non sono ammessi. In particolare: zinco, cadmio, piombo, cesio, mercurio, potassio, magnesio, sodio, selenio, stronzio.

Sono altresì da escludere quelle leghe in cui i materiali appena citati possono segregare in superficie.

4.2 Not permitted materials

Generally, materials with a high vapor pressure are not acceptable for use. In particular: Zinc, Cadmium, Lead, Cesium, Mercury, Potassium, Magnesium, Sodium, Selenium, Strontium. This also precludes the use of any alloy containing the aforementioned materials since possible surface segregation may occur.

4.3 Permeabilità magnetica

Camere da vuoto e componenti in vuoto che risiedono entro l'apertura di magneti devono avere una permeabilità magnetica relativa $\mu_r \leq 1.01$, salvo diversa indicazione sul disegno tecnico o nel documento d'ordine.

4.3 *Magnetic permeability*

Vacuum chambers and components in the vacuum chambers that reside within the apertures of the magnets are required to have a magnetic permeability of $\mu_r \leq 1.01$, unless otherwise stated in the drawings or order documentation.

4.4 *Certificazione del materiale*

Tutti i materiali impiegati in vuoto devono essere preventivamente concordati e autorizzati per iscritto da ST. Il fornitore dovrà fornire a ST, prima della spedizione dell'ordine, il certificato di conformità dei materiali impiegati specificando proprietà chimico-fisiche e la compatibilità con l'UHV.

4.4 *Material certification*

All materials within the vacuum system are required to be pre-approved and authorized in writing by ST. The vendor shall provide, prior to the delivery, the certificate of conformance for the materials used stating the physical and chemical properties and their compatibility with UHV systems.

5 FABBRICAZIONE

5 MANUFACTURING

5.1 *Lavorazioni meccaniche*

5.1 *Machining*

5.1.1 *Aspetti generali*

La finitura delle parti deve essere ottenuta preferenzialmente per lavorazione meccanica. Mentre tutti gli utensili da taglio di uso comune sono permessi, si eviteranno i componenti abrasivi o lucidanti a meno che non siano specificatamente approvati da ST.

Qualora la finitura superficiale richiesta non possa essere garantita per mezzo della sola lavorazione per asportazione di truciolo, allora la lucidatura può essere eseguita con gli abrasivi permessi in §5.1.3. Il fabbricante presterà cura particolare affinché la pressione esercitata sia uniformemente distribuita e non eccessiva al fine di evitare surriscaldamento locale e inclusione di particelle di abrasivo.

La lucidatura attraverso fanghi (*abrasive flow polish, slurry blasting*) dove i particolati abrasivi sono vetro o allumina è ammessa.

La rimozione delle sbavature deve essere eseguita per mezzo di lima o coltello o abrasivo permesso (§5.1.3).

Qualunque evidenza di contaminazione da inclusioni sarà causa di rigetto del componente.

5.1.1 *Introduction*

The parts fabrication shall be achieved primarily by mechanical means. While the commonly used cutting tools are approved, the use of abrasives or polishing compounds shall be preferably avoided. In

case the requested surface finish cannot be guaranteed solely by machining, then the surface may be polished with one of the approved abrasives (see §5.1.3). Any deviation from the abrasive listed in §5.1.3 is subject to ST approval. The fabricator shall determine the proper abrasive particle size and pressure to have a uniform distribution in order to avoid local surface overheating or particle inclusion into the surface.

Polishing by abrasive flow polish or slurry blasting is limited to glass or alumina abrasive particles.

Deburring shall be performed with a file or knife or approved abrasive (§5.1.3).

Any evidence of contamination or inclusions shall be cause of rejection.

5.1.2 Flange

La superficie di tenuta a coltello e non di tutte le flange per UHV deve essere esaminata prima delle operazioni di lavorazione meccanica ed il pezzo deve essere scartato qualora si riscontrassero difetti. La superficie di tenuta deve essere protetta durante tutte le fasi di lavorazione e si preferiranno metodi che possano essere effettuati senza rimuovere la suddetta protezione. Flange ricevute presso ST con difetti nella zona di tenuta saranno respinte.

5.1.2 Flanges

The knife-edge surface of all UHV CF flanges shall be examined prior to any machining operation and the part must be discarded if any defect is observed. The flange sealing surface must be protected during any machining operation and machining methods compatible with such protection shall be preferred. Parts delivered to ST with damaged or defective sealing surface shall be rejected.

5.1.3 Abrasivi

Gli abrasivi permessi sono limitati a:

- 3M Scotch Brite
 - Tipo A in ossido di alluminio (*colore porpora*)
 - Tipo S in carburo di silicio (*colore grigio*)
- 3M Wetordry Fabricut
 - Pezze in ossido di alluminio oppure carburo di silicio.

Altri abrasivi possono essere usati previa autorizzazione scritta di ST.

5.1.3 Abrasives

The approved abrasives are limited to:

- 3M Scotch Brite
 - Type A, aluminum oxide (Purple)
 - Type S, silicon carbide (gray)
- 3M Wetordry Fabricut
 - In aluminum oxide or silicon carbide.

Other abrasives can be used with prior written authorization from ST.

5.1.4 *Lubrificanti*

Non sono permessi lubrificanti da taglio che possano causare contaminazione delle parti lavorate e destinate a operare in UHV. Sono quindi da evitare lubrificanti ad alto contenuto organico poiché è difficile la loro rimozione dalla superficie della parte lavorata. Sono proibiti inoltre lubrificanti contenenti più di 50 ppm di zolfo o silicone. Sono consentiti solamente i fluidi da taglio solubili in acqua.

Una lista non esaustiva dei fluidi approvati è fornita in Tabella2. Qualora il fabbricante intenda usare un lubrificante non presente nella lista, prima di procedere con qualsiasi operazione dovrà ottenere il consenso scritto di ST al quale fornirà composizione e caratteristiche tecniche.

5.1.4 *Cutting Fluids*

Cutting fluids and lubricants that may cause contamination of the parts to be used in UHV systems is not permitted. Hence, fluids either with high organic constituents or 50 ppm or more of sulfur or silicone are prohibited. Water-soluble cutting fluids are allowed.

A not exhaustive list of approved cutting fluids is shown in Table 2. For any other cutting lubricant, the manufacturer shall provide ST with the fluid composition and a written declaration of UHV compatibility. No further action shall be taken without prior ST written consent.

Alcol isopropilico
Etanolo
Aqua Syn 55 (G-C Lubricants Co.)
Aqua Cool 21EP-5 (G-C Lubricants Co.)
Aqua Cool 4-EPX (G-C Lubricants Co.)
Cimcool 5 Star 40
Cimperial 1011
Cindol 3102
Diamond Way 2010 (Yamazen)
Dip Kool 862
Dip Kool 868
Dip Kut 819H
Haloform CW-40
Micro-Drop "Advanced Synthetic Lubricant" (Trico)
"Pearl" Kerosene (Chevron)
Perkut 301GG (Perkins)
Rapid Tap
Relton A-9
Rust-Lick Vytron (ITW Fluid Prods.)
Rust-Lick G-25-J (ITW Fluid Prods.)
Rust-Lick WS11 (ITW Fluid Prods.)
Rust-Lick WS600A (ITW Fluid Prods.)
Rust-Lick Safetap Ultima (ITW Fluid Prods.)
Sunnen Man-852
Syntillo 9930 (Castrol)
Tap Magic
"Tool Saver" (Do All Corp.)
Trim Tap

Tabella 2 – Alcuni lubrificanti permessi per lavorazione alle macchine utensili

Table 2 – Some of the permitted cutting fluids

5.2 *Saldature e Brasature*

5.2 *Welding and Brazing*

5.2.1 *Aspetti generali*

Tutte le zone di saldatura e brasatura saranno prive di difetti quali scaglie, vuoti, micro fori, inclusioni, etc. Per assicurare una tenuta da UHV nella zona di saldatura, prima di procedere tutte le parti saranno accuratamente pulite e la saldatura andrà effettuata nelle 48 ore successive la pulizia stessa. Le parti devono essere protette da contaminazioni (oli, grassi, impronte digitali, etc.) prima, durante e dopo le operazioni di saldatura per cui tutte le manipolazioni devono avvenire con guanti. Inoltre, per proteggere dall'ossidazione, le parti andranno flussate con gas inerte fino a che la temperatura della parte non sarà scesa sotto i 60°C. Tutte le saldature di

tenuta da vuoto saranno praticate in conformità con uno o più standard elencati in §3 seguendo il processo GTAW, *Gas tungsten arc welding*, anche noto come saldatura a TIG, oppure a fascio elettronico EBW (*Electro Beam Welding*), a meno di specifica autorizzazione scritta di ST.

Tutte le saldature saranno interne, cioè dal lato dell'UHV. Nelle zone in cui ciò non sia possibile, il cordone di saldatura deve avere piena penetrazione e la superficie esposta all'UHV deve essere liscia e priva di difetti (diametro cordone < 0.3 mm). Non sono permesse successive operazioni di lucidatura sulle saldature.

Tutte le saldature longitudinali devono essere continue.

L'uso di liquidi penetranti è proibito. Eventuale materiale d'apporto deve essere autorizzato per iscritto da ST.

5.2.1 Introduction

The welding and brazing zones shall be free of scales, voids, micro cracks, pits, inclusions and other type of defects. In order to guarantee that the welding zone is UHV tight, all parts shall be accurately cleaned and all cleaning processes shall be completed within 48 hours from the welding. Parts are to be protected from any contaminants – like oils, grease, fingerprints, etc. – before, during and after the weld operations and shall be handled only with UHV approved gloves. To protect the weld zone from oxidization, parts shall be flushed with inert gas until they have cooled down to a temperature of 60°C or below. All of the welding of UHV parts shall be performed in compliance to one or more weld standards (see §3) using Gas Tungsten Arc Welding (GTAW), also known as TIG welding, or Electron Beam Welding (EBW); any other method must be specifically approved by ST.

All joints shall be "internally" welded, i.e from the UHV side of the part. Were this not possible, the welds shall have full penetration up to the surface facing vacuum and have a smooth surface free of defects (diameter of weld bead < 0.3 mm). It is not permitted to perform additional polishing of the weld bead surface. All longitudinal welds shall be continuous. The use of penetrant liquids is prohibited. Welding filler metals shall be used only upon written permission of ST.

5.2.2 Componenti bimetallici

Se sono adoperati componenti bimetallici ottenuti per saldatura a esplosione (*explosion bonding*) questi devono essere certificati attraverso misura a ultrasuoni comprovante che il legame è completo su tutta la superficie di interfaccia.

5.2.2 Bimetallic Components

The use of bimetallic components obtained by welding or explosion bonding are required to be certified by passing an ultrasonic test showing that the interface between the two materials is complete.

5.2.3 Trattamento delle bruciature da saldatura

Come regola generale, non provare ad asportare tali bruciature in quanto l'uso di acidi in pasta non è raccomandabile ma limitarsi a eliminare eventuali scaglie. Se la bruciatura è rilevante, si può lucidare per mezzo di abrasivi (vedi 5.1.3).

5.2.3 Weld Burns Removal

As a general rule it is not advisable to remove burn marks with an acid paste other than to remove any welding scales. For extensive weld burns, the use of one of the abrasives listed in §5.1.3 is permitted.

5.2.4 WPS e PQR

Il fornitore deve qualificare il saldatore per ognuno dei processi di saldatura secondo una delle normative indicate in §3. Se richiesto da ST, il fabbricante fornirà un piano della saldatura assieme alle procedure di saldatura (*Welding Procedure Specifications, WPS*), tra cui saranno elencati i vari parametri di processo (velocità di esecuzione, tipo di gas inerte, diametro dell'elettrodo, etc.). ST si riserva il diritto di richiedere campioni di saldatura e relativa documentazione (*PQR, Procedure Qualification Record*) che qualifichino i processi di saldatura proposti dal Contraente. Sempre al §3 viene indicata la normativa da seguire al fine di produrre WPS e PQR.

5.2.4 WPS and PQR

The vendor shall qualify all welders to the relevant processes as listed in §3. Per ST's request, the fabricator shall provide a list of all the welded assemblies and the relevant welding procedures used, *Welding Procedure Specifications (WPS)*. Such WPS shall list all of the process parameters (welding velocity, type of inert gas, electrode diameter, etc.). ST reserves the right to request a sample of all weld configurations and the relevant documentation, *Procedure Qualification Record (PQR)*, as a means to qualify the weld process proposed by the contractor. §3 lists the standards to follow for writing the WPSs and PQRs.

6 DISEGNI DI FABBRICAZIONE

Sulla base dei disegni forniti da ST, il fornitore produrrà i propri disegni di fabbricazione (in seguito denominati "Disegni"). Il fornitore è il solo responsabile per il contenuto dei documenti che prepara.

Sincrotrone Trieste S.C.p.A. deve ricevere una serie completa dei disegni almeno due settimane prima del loro impiego per la produzione. ST controllerà se quanto riportato in tali documenti è compatibile con il soddisfacimento delle specifiche tecniche al fine del raggiungimento delle caratteristiche desiderate. ST darà comunicazione scritta al fine di autorizzare l'avvio della produzione.

I disegni sono originali e confidenziali. Il fornitore non dovrà quindi:

- divulgare, direttamente o indirettamente, in parte o nella loro interezza, questi disegni a terzi, qualunque legame possa esistere con il fornitore, senza previo consenso scritto da parte di Sincrotrone Trieste S.C.p.A.;
- fare copie dei disegni in qualsiasi formato e per qualsiasi utilizzo senza previa autorizzazione scritta da parte di Sincrotrone Trieste S.C.p.A.;
- alterare, modificare, disassemblare o decompilare il disegno;
- brevettare o registrare sotto il proprio marchio di fabbrica componenti che potrebbe includere questi disegni.

6 FABRICATION DRAWINGS

Based on the 2D drawings and 3D models provided by ST, the contractor shall produce his own fabrication drawings. The sole contractor is responsible for the preparation and content of this documentation.

The contractor shall supply a complete set of fabrication drawings at least two weeks before production starts. ST will review the provided documentation for compatibility with the technical specifications and all requirements. ST will provide written authorization to proceed with production.

The drawings are original and confidential. The contractor must not:

- disclose, directly or indirectly, any part of the design to a third party for whatever reason may exist without prior written consent of ST;
- make a copy of the design in any form and for whatever use without prior written consent of ST;
- alter, modify, disassemble or decompile the design;
- patent or register under another name or contractor's name any components that might include this designs.

7 DISPOSITIVI ELETTROMECCANICI IN VUOTO

I dispositivi elettromeccanici in vuoto devono essere accompagnati da opportuna dichiarazione di compatibilità per sistemi in UHV. Inoltre deve essere dichiarato il numero di ore minimo di funzionamento in UHV prima della manutenzione o della loro sostituzione.

7 ELECTROMECHANICAL DEVICES IN VACUUM

Electromechanical devices used in the vacuum system shall have a certificate of compliance with UHV systems. A statement of the minimum number of hours of operation within a UHV environment before maintenance or replacement is required.

8 SOFFIETTI

Nella pulizia dei compensatori è necessario prestare la massima attenzione, specie se in presenza di parete sottile e di soffietti lamellari saldati. Poiché il rischio di intrappolare residui di solvente tra le convoluzioni è reale, con conseguente innescarsi di fenomeni corrosivi e in ultimo perdite, nella pulizia del soffietto si dovrà limitare al massimo l'uso di solventi. Analogamente si limiterà l'uso di agenti sgrassanti alcalini (cfr. §9.3.1, FASE 2), poiché il loro impiego aumenta la precipitazione di particolato che, rimanendo imprigionato tra le pareti del soffietto, può causare perforazioni o fessurazioni per fatica.

Se possibile, il soffietto deve essere in posizione estesa durante tutte le fasi di pulizia (cfr. §9) e prima di procedere con le stesse, ogni traccia visibile di contaminanti deve essere rimossa con un getto di aria o azoto secchi.

Il trattamento termico (*bake-out*) di pulizia in vuoto dei soffietti deve essere fatto a 250°C per almeno 36 ore. La temperatura non dovrà in ogni caso superare la temperatura di brasatura se tale processo di unione delle parti è stato usato ed inoltre la velocità di riscaldamento e di raffreddamento dovranno essere compatibili con la funzionalità meccanica e la tenuta da vuoto.

8 BELLOWS

Great attention must be paid when cleaning the bellows, especially with thin wall or welded membranes. Given the risk of trapping solvent residues within the convolutions and consequent corrosion related leaks, while cleaning the bellows the use of solvent should be limited. The use of alkaline degreasers (see §9.3.1, Step 2) should also be minimized because they increase the precipitation of particles that, once trapped within the bellows, might cause perforations or fatigue cracks.

If possible the bellows are to be in their fully extended length during all the cleaning phases (see §9), and, before proceeding with cleaning, all visible contaminants shall be removed by use of dry air or nitrogen.

The vacuum bake-out for cleaning the bellows shall be done at 250°C for a minimum of 36 hours. Under any circumstance the temperature shall not exceed the brazing temperature if this method has been used to join the parts. Heating and cooling shall be gradual in order to prevent any mechanical damage or leaks.

9 PULIZIA

9 CLEANING

9.1 *Aspetti generali.*

Ogni differenza tra la presente specifica e la procedura che si vuol applicare deve essere comunicata per iscritto preventivamente a ST al fine di riceverne approvazione scritta.

9.1 *Introduction*

Any deviation from the following cleaning procedures shall be communicated in writing to ST and without any ST prior written consent the manufacturer shall not proceed any further.

9.2 *Condizioni di pulizia.*

Opportune "condizioni di pulizia" devono essere applicate durante le fasi di costruzione e montaggio dei componenti da vuoto.

Le operazioni di costruzione, pulizia e assemblaggio dovranno essere eseguite in una adeguata "area pulita" opportunamente separata ed isolata dall'officina.

La temperatura e la pulizia dell'ambiente, le modalità di condizionamento dell'aria, l'adeguatezza delle superfici di lavoro sono alcuni parametri che bisogna controllare.

A tal fine si prescrive che, in tale area:

- sia tassativamente proibito fumare, preparare e consumare cibi e bevande;
- sia vietato l'uso di fluidi o materiali contenenti zolfo che possano corrodere i materiali usati;
- siano usati camici bianchi da laboratorio, copricapi, guanti adeguati e soprascarpe;
- una quantità adeguata di utensili a mano ed attrezzature sgrassate e pulite siano permanentemente tenuti disponibili all'interno dell'area pulita;

- le attrezzature di fissaggio e gli utensili che vanno a contatto con i componenti da vuoto, siano costruiti in acciaio inox o alluminio (non utilizzare acciai al carbonio, ottone, rame, ecc.);
- le apparecchiature di sollevamento abbiano adeguate protezioni onde evitare le cadute di gocce d'olio sui materiali in lavorazione

La ditta costruttrice dovrà indicare se opera già in area pulita precisando gli standard ai quali si attiene. In caso contrario la ditta dovrà presentare una sua proposta per garantire il raggiungimento e il mantenimento degli standard di pulizia richiesti. Un ispettore di ST potrà verificare l'adeguatezza dell'area pulita.

9.2 *Cleaning Conditions*

Proper cleaning conditions must be established during the whole manufacturing and assembly process of UHV components.

Construction, cleaning and assembly shall be carried out in an area adequately clean and efficiently separated and isolated from the machine shop.

Some of the parameters that require careful control are: ambient temperature, the way the air is circulated, proper work areas and clean working surfaces.

For this purpose it is prescribed that, in the work area:

- It is strictly forbidden to smoke, prepare or consume food or beverages;
- It is prohibited to use fluids or materials that contain sulfur which can corrode the vacuum parts;
- laboratory smocks, head covers, gloves and shoe covers are required;
- an adequate number of hand tools and fixtures, cleaned and degreased, must be permanently kept within the clean area and be promptly available.
- all fixtures and tools that come in contact with the vacuum components shall be in stainless steel or aluminum (do not use carbon steel, brass, copper, etc.);
- lift systems shall have adequate protection in order to prevent any oil or contaminant drips from getting onto the parts being machined.

The manufacturer shall indicate what are the work area cleanliness standards. If this is not possible then the company shall state how they intend to achieve and maintain the required cleanliness standards. An inspector from ST will verify the adequacy of the work area.

9.3 *Trattamenti di pulizia delle superfici esposte al vuoto.*

La finitura e la pulizia delle superfici esposte al vuoto è di fondamentale importanza per ottenere il livello di vuoto richiesto.

I materiali impiegati per la pulizia e il successivo stoccaggio non devono lasciare residui sulle superfici dei componenti da vuoto che possano compromettere le prestazioni da vuoto o le funzionalità meccaniche.

Non sono consentite la sabbiatura, la pallinatura delle superfici esposte al vuoto. La lappatura o altra modalità di lucidatura meccanica non sono consentite, salvo altrimenti specificato in §5.1.1.

I componenti dovranno presentare al termine delle lavorazioni una superficie con rugosità $Ra < 0.8$, esente da ossidi ed impurezze, salvo altrimenti specificato nel disegno meccanico fornito da ST o nel documento d'ordine.

Un trattamento superficiale completo comprenderà le seguenti fasi:

1. Sgrassaggio.
2. Bagni chimici per eliminare gli ossidi.
3. Bagni chimici di brillantatura (opzionale).
4. Risciacquo ad alta pressione.
5. Asciugatura e conservazione.

I trattamenti superficiali dovranno essere fatti prima delle operazioni di saldatura e ripetuti prima di procedere alle fasi finali dei collaudi da vuoto.

La scelta dei detergenti, dei solventi, dei bagni chimici e le modalità operative dovranno essere sottoposti a ST per approvazione.

9.3 *Cleaning Procedures for the Surfaces Exposed to Vacuum*

The finish and cleanliness of the surfaces exposed to vacuum is paramount to achieve the required vacuum level.

The cleaning materials and the subsequent storing must not leave residues.

Sandblasting or shot peening of the surfaces exposed to vacuum is not allowed. Lapping or other polishing method are not allowed, except for what specified in §5.1.1.

At the end of the machining, the vacuum surfaces shall have a surface finish $Ra < 0.8$, without oxides or other impurities, unless otherwise specified in the mechanical drawing provided by ST or in the purchase order documentation.

A complete surface cleaning procedure shall include the following steps:

1. Degreasing
2. Chemical etching to remove oxides
3. Buffer chemical polishing (optional)
4. High pressure rinsing
5. Drying and storage.

Surface treatments shall be carried out before welding and repeated before proceeding with the final vacuum checks.

Detergents, solvents, chemical baths and operating procedures shall be submitted to ST for approval.

9.3.1 *Sgrassaggio*

L'operazione di sgrassaggio, necessaria per eliminare i grassi, deve essere articolata in due fasi per poter eliminare sia i grassi di tipo organico, che inorganico.

FASE 1. Sgrassaggio con Solventi Organici

Come solventi organici dovranno essere usati solventi tipo Acetone, Benzolo, Alcool etilico (non denaturato), Detersol, Citranox. I componenti, che durante la lavorazione, verranno contaminati con oli e grassi (es. lavorazioni di macchina) dovranno essere sottoposti ad uno sgrassaggio in vapori di percloroetilene ad una temperatura di 120°C o, in alternativa, dovranno essere lavati con idropulitrice ad acqua calda con detersivo alcalino approvato dagli ispettori di ST.

FASE 2. Sgrassaggio con Soluzione Detergente Alcalina Esente da Fosfati

Questo lavaggio dovrà essere eseguito a caldo (60°C circa) con soluzione detergente alcalina esente da fosfati e con il metodo ad ultrasuoni per garantire la massima

pulizia in ogni punto del componente. Attenzione va posta qualora il materiale da pulire sia passibile di danneggiamento agli ultrasuoni (es. alluminio).

9.3.1 *Degreasing*

Degreasing, necessary to remove oils and grease, must be performed in two steps so that both organics and inorganic oils are eliminated.

STEP 1. *Degreasing by Organic Solvents*

The following organic solvents can be used: acetone, benzole, not-denatured ethylic alcohol, Detersol, Citranox. Components contaminated during machining with oils or grease shall be degreased with perchloroethylene vapor at 120°C or, alternatively, will be high pressure rinsed with alkaline detergent approved by ST inspectors.

STEP 2. *Degreasing by Alkaline Phosphates-free Detergent*

Such rinsing shall be conducted at about 60°C, with alkaline phosphates-free detergent in an ultrasound bath. Special care shall be taken in case the ultrasounds might damage the part material (i.e. aluminum).

9.3.2 *Risciacquo*

Tutti i pezzi dopo lo sgrassaggio devono essere immediatamente lavati in acqua (30-40°C). Può essere fatto un prelavaggio con acqua di rubinetto al quale va fatto seguire un lavaggio in acqua demineralizzata. Questa operazione va effettuata in acqua corrente.

9.3.2 *Rinse*

All parts after degreasing shall be washed in 30-40°C water. A pre-rinse can be carried out using tap water, but the final rinse shall be done with purified running water.

9.3.3 *Eliminazione degli Ossidi*

L'eliminazione degli ossidi presenti sui semilavorati o formatisi in seguito alle operazioni di saldatura, dovrà avvenire mediante bagni chimici, i quali hanno anche il compito di ridurre le rugosità presenti sulle superfici. La prima eliminazione degli ossidi dovrà essere fatta o con bagni chimici o con pulizia elettrochimica. Non effettuare bagni chimici sui passanti ceramici.

9.3.3 *Oxides Removal*

Removal of oxides formed during machining or welding shall be achieved via chemical etching or buffer chemical polishing (BCP) or electropolishing (EP). Do not clean ceramic feedthroughs with chemical means.

9.3.4 *Brillantatura (opzionale)*

Se indicato nel documento d'ordine, nella fase finale dei trattamenti chimici è richiesto un ulteriore bagno di finitura (brillantatura) per portare le superfici alle rugosità richieste.

9.3.4 *Mirror Finish (optional)*

A mirror finish to be achieved via BCP or EP may be requested.

9.3.5 *Neutralizzazione*

Nella fase di risciacquo finale, dopo i bagni chimici, è necessario fare un bagno di neutralizzazione per eliminare qualsiasi traccia di acido.

9.3.5 *Neutralization*

Before the final rinsing, after the chemical baths, a neutralization bath is necessary to eliminate any acid traces.

9.3.6 *Protezione delle Superfici*

Le superfici, per le quali è necessario un grado di finitura particolarmente elevato, come le sedi delle guarnizioni di tenuta, saranno protette dall'azione degli agenti chimici per mezzo di uno strato di vernice o comunque con altro metodo equivalente.

9.3.6 *Surface Protection*

Surfaces that require a high surface finish, like seal landing zones, shall be protected by chemical agents with a coating or other equivalent mean.

9.3.7 *Modalità di Lavaggio*

Le modalità meccaniche di lavaggio (agitazione del bagno, movimento dei pezzi, ecc.) saranno scelte in funzione della geometria del pezzo, in modo da garantire il lavaggio (attacco chimico) di tutti i punti della superficie.

Gli accessori utilizzati per la pulizia (vasche e spazzole) saranno in acciaio inossidabile, in nylon o polietilene.

9.3.7 *Bathing Methods*

Mechanical bathing methods (bath agitation, part motion, ecc) shall be chosen according to the piece geometry in order to guarantee throughout the part that the rinsing/chemical etching is homogeneously done.

Cleaning tools (bathtubs and brushes) shall be in stainless steel, nylon or polyethylene.

9.3.8 *Asciugatura e Conservazione*

Dopo le operazioni di pulizia e dopo il collaudo da vuoto finale, i componenti dovranno essere essiccati con gas inerte (es. azoto, argon) e in seguito imballati secondo le modalità indicate in §14.

9.3.8 *Drying and Storage*

After cleaning and the final vacuum check, parts shall be dried off with inert gas (i.e. nitrogen, argon) and subsequently stored as indicated in §14.

9.4 Bake-out

Il bake-out finalizzato alla pulizia prevede il riscaldamento dei componenti da vuoto in un forno da vuoto, pompato da un numero adeguato di pompe primarie e turbomolecolari "oil free".

Non possono essere assemblati più componenti da vuoto assieme, ma nello stesso forno possono essere ospitati più componenti. La temperatura deve essere controllata da un'opportuna termocoppia (ad esempio tipo K) e da un regolatore che permettano di mantenere la temperatura di esercizio entro un intervallo di $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

La temperatura massima deve essere scelta in base alle proprietà chimico-fisiche del materiale. Si consiglia di non superare 250°C per l'acciaio inossidabile e il rame, 180°C per l'alluminio. In alcune condizioni come, ad esempio, la presenza di soffietti o di finestre ottiche o di passanti in ceramica, la temperatura massima locale deve essere controllata opportunamente al fine di non compromettere la funzionalità meccanica e la tenuta da vuoto. Componenti critici devono essere certificati per resistere ad una temperatura di almeno 120°C per 24 h. Il fornitore deve indicare preventivamente per iscritto la temperatura massima del trattamento e riceverne l'approvazione da parte di ST.

La pressione minima di base per iniziare il trattamento deve essere $\leq 1 \times 10^{-5}$ mbar. Il sistema da vuoto deve consentire di raggiungere agilmente una pressione non peggiore di 1×10^{-8} mbar al termine del trattamento.

La rampa di riscaldamento e quella di raffreddamento devono essere lineari e l'intera escursione di temperatura tra quella ambiente e quella massima deve essere compiuta in 24 h. Nel caso di componenti critici come, ad esempio, soffietti, finestre ottiche e passanti in ceramica, la velocità di riscaldamento e di raffreddamento deve essere attentamente scelta per non compromettere la funzionalità meccanica e la tenuta da vuoto.

La temperatura massima deve poter essere mantenuta per almeno 48 h. Il processo di bake-out può essere considerato terminato quando, durante il raffreddamento, la temperatura è prossima a quella ambiente e la pressione è $\leq 1 \times 10^{-8}$ mbar.

Il sistema da vuoto verrà riempito gradualmente con azoto secco e il componente da vuoto verrà protetto come indicato nel §14.

Un apposito rapporto deve descrivere il sistema da vuoto e le varie fasi del trattamento, le condizioni iniziali e finali di pressione e temperatura. Ad esso deve essere allegato il diagramma del trattamento. I dati grezzi di pressione e temperatura in funzione del tempo devono essere forniti su supporto informatico, in formato testo.

Deve essere consentito ad un ispettore di ST di assistere all'intero trattamento.

9.4 Bake-out

Bake-out shall be carried out heating parts in a vacuum oven, pumped down by a suitable number of roughing and turbomolecular oil-free pumps.

Parts cannot be assembled together but can be baked together during the same session. Proper temperature control, $\pm 5^{\circ}\text{C}$, shall be achieved. The maximum bake-out temperature shall be compatible with the material physical and chemical properties. In general, it is advisable not to exceed 250°C for stainless steel and copper and 180°C for aluminum. In some cases – i.e. bellows, optical viewports,

feedthroughs, etc. – the maximum local temperature must be accurately controlled to avoid damaging the part or the vacuum tightness. Critical components must be certified to withstand at least 120°C for 24h. The manufacturer must preventively indicate in writing the maximum bake-out temperature, which must be approved by ST.

Bake-out will not start above 10^{-5} mbar. The oven pumping system must be capable of reaching 10^{-8} mbar or lower at the end of the process. The heating and cooling temperature ramps must be linear and span over 24h. In case of critical components like bellows, optical viewports and feedthroughs, heating and cooling speeds shall be carefully chosen to prevent mechanical damage or leaks.

The part must withstand the maximum bake-out temperature for 48h or longer. The bake-out is considered accomplished when, during cool down, the part temperature is close to room temperature and pressure in the oven is $\leq 1 \times 10^{-8}$ mbar.

The vacuum system shall be gradually filled with dry nitrogen and the part protected and stored as described in §14.

The manufacturer shall prepare a report describing

- the vacuum system
- the bake-out diagram
- starting and final conditions (temperature and pressure).

The bake-out data shall be also provided in electronic format (i.e. ASCII, etc.).

The vendor shall inform ST in advance of the upcoming bake-out and allow a ST inspector to attend the operation.

9.5 Test da vuoto con analizzatore di gas residui (test RGA)

Il test da vuoto con analizzatore di gas residui (RGA) a quadrupolo consente di controllare la tipologia di gas residui presenti nella camera da vuoto. Lo spettro di massa deve coprire l'intervallo di masse da 1 a 200 a.m.u. e lo strumento deve essere in grado di rilevare pressioni parziali inferiori a 5×10^{-12} mbar.

Il test deve essere effettuato con una pressione inferiore a 5×10^{-9} mbar. Si deve impiegare un detector con moltiplicatore di elettroni a dinodi o equivalente; l'uso della sola coppa di Faraday non è consentito.

Lo strumento deve essere calibrato sul picco dell'azoto (28 a.m.u.) e il fattore di calibrazione deve essere riportato nella documentazione. In essa devono essere riportati inoltre i parametri caratteristici di funzionamento dello strumento RGA, in particolare:

1. modello di RGA
2. tipo di detector e tensione di funzionamento
3. tipo di testa di ionizzazione
4. corrente di filamento
5. energia degli elettroni
6. ogni altro parametro che definisca in modo univoco la condizione di misura.

Il test è effettuato alla fine del *bake-out*. I filamenti dello strumento devono essere preventivamente degassati durante il raffreddamento, alla temperatura di 80°C. Il sistema da vuoto deve essere isolato dal sistema di pompaggio con pompe turbo molecolari tramite valvole di tipo "tutto metallo". Pompe ioniche adeguate mantengono le condizioni di UHV. Un apposito rapporto deve descrivere:

7. il sistema da vuoto
8. le varie fasi del test
9. le condizioni iniziali e finali di pressione
10. le condizioni iniziali e finali di temperatura
11. il diagramma analogico su scala logaritmica dell'intensità dei picchi in funzione della massa.

I dati grezzi, comprese pressione e temperatura in funzione del tempo, devono essere salvati su supporto informatico in formato testo e consegnati con la documentazione. Il test ha esito positivo se la somma dei valori dell'intensità dei picchi riferiti a masse > 44 a.m.u. è di un fattore 10^{-3} inferiore alla somma totale dei valori riferiti a tutte le masse nell'intervallo 1-200 a.m.u.

Deve essere consentito a un ispettore di ST di assistere all'intero test.

9.5 Residual Gas Analyzer (RGA) Test

The vacuum test with quadrupole residual gas analyzer (RGA) allows to know the composition of the residual gas present in the vacuum chamber. The mass spectrum sensitivity must cover the 1-200 atomic mass units (a.m.u.) range and the instrument must be capable of detecting partial pressures lower than 5×10^{-12} mbar. The test shall be performed when the pressure is $< 5 \times 10^{-9}$ mbar.

A sole Faraday cup detector is not allowed; detections will be achieved by means of a secondary electron multiplier (SEM) with conversion dynode or equivalent.

The instrument shall be calibrated on nitrogen (28 a.m.u.) and the calibration factor shall be stated on the attached documentation together with:

1. RGA model
2. detector type and operating voltage.
3. ion source type
4. filament current
5. electron energy
6. any other parameter determining univocally the measurement conditions.

The test is performed at the end of the bake-out. The instrument filament must be outgassed beforehand during the bake-out cool-down starting at 80°C . The vacuum system must be isolated from the turbomolecular pumping system with all metal gate valves. Adequate sputtering ion pumps shall maintain the UHV condition. The test report shall also include:

7. description of the vacuum system
8. test phases
9. initial and final pressure
10. initial and final temperature
11. the analog diagram with logarithmic scale of the peak intensity versus the a.m.u.

Raw data, comprising pressure and temperature versus time, shall be saved in electronic format and delivered together with the paper documentation.

The test has positive outcome if the sum of the peak intensities for a.m.u. >44 is three orders of magnitude smaller than the total sum of the peak intensities in the 1-200 a.m.u. range.

ST reserves the right to have its designated representative(s) witness the test.

10 TEST DI ACCETTAZIONE

I collaudi da vuoto di camere da vuoto dovranno essere eseguiti con estrema cura e precisione e l'intero sistema di test sarà fornito dalla ditta costruttrice. Questa specifica stabilisce le procedure che dovranno essere seguite, le caratteristiche delle apparecchiature e degli strumenti da utilizzare, il grado di qualificazione del personale e gli strumenti di accettazione. Oltre alla presente specifica, devono essere seguite le linee guida espresse nella normativa ASME *Boiler and Pressure Vessel Section V Article 10 Leak Testing*.

10 ACCEPTANCE TEST

Great care shall be taken carrying out the vacuum inspections and the vendor shall provide the entire test setup. This chapter establishes the procedures that need to be followed, the instrumentation requirements, the personnel training and qualification prerequisites and acceptance criteria. Besides the present Scope of Work, the guidelines expressed in the ASME *Boiler and Pressure Vessel, Section V, Article 10, Leak Testing* shall be followed.

10.1 Specifiche di accettazione

I componenti che verranno impiegati sotto vuoto presso ST dovranno rispettare la classe di accettazione (b) (Tabella 3).

classe (a)	1) perdite localizzate: $< 5 \times 10^{-11}$ mbar l/s 2) perdite complessive: $< 1 \times 10^{-10}$ mbar l/s per componente
classe (b)	1) perdite localizzate: $< 1 \times 10^{-10}$ mbar l/s 2) perdite complessive: $< 2 \times 10^{-10}$ mbar l/s per componente
classe (c)	1) perdite localizzate: $< 2 \times 10^{-10}$ mbar l/s 2) perdite complessive: $< 5 \times 10^{-10}$ mbar l/s per componente

Tabella 3 - Classi di accettazione per perdite da vuoto.

Le descrizioni dei metodi richiesti per effettuare e certificare le prove sono riportate in dettaglio nei paragrafi successivi. Le prove 1) e 2) Tabella 3 si intendono riferite ad elio, essendo la perdita per l'aria data da:

$$P(\text{air}) = \frac{P(\text{He})}{2.7}$$

10.1 Acceptance Requirements

Components intended for UHV use at ST facility shall meet the acceptance class (b) (see Table 3).

Class (a)	1) localized leaks: $< 5 \times 10^{-11}$ mbar l/s 2) overall leaks: $< 1 \times 10^{-10}$ mbar l/s per component
Class (b)	1) localized leaks: $< 1 \times 10^{-10}$ mbar l/s 2) perdite compressive: $< 2 \times 10^{-10}$ mbar l/s per component
Class (c)	1) localized leaks: $< 2 \times 10^{-10}$ mbar l/s 2) overall leaks: $< 5 \times 10^{-10}$ mbar l/s per component

Table 3 – Acceptance classes for vacuum leaks

The description of the required methods to perform and certify the tests are in the following chapters. Table 3 refers to Helium leaks. The air leaks can be easily calculated by:

$$P(\text{air}) = \frac{P(\text{He})}{2.7}$$

10.2 Sistemi di pompaggio

Viste le particolari caratteristiche di pulizia richieste nella camera da vuoto, si ritiene necessario che la ditta costruttrice utilizzi sistemi da vuoto con i seguenti parametri orientativi :

- Pompa di pre-vuoto "oil-free" da $5 \div 30 \text{ m}^3/\text{h}$, con pressione limite di 10^{-2} mbar.
- Pompa turbomolecolare "oil-free" con velocità di pompaggio da $100 \div 500 \text{ l/s}$.

L'utilizzo di questi sistemi di pompaggio si ritiene necessario al fine di non contaminare con oli la camera da vuoto.

10.2 Pumping Systems

Given the demanding cleaning requirements, the vendor shall use proper vacuum systems with the following minimum parameters:

- Oil-free roughing pump with $5\text{-}30 \text{ m}^3/\text{h}$ pumping speed and 10^{-2} mbar ultimate pressure.
- Oil-free turbomolecular pump with $100\text{-}500 \text{ l/s}$ pumping speed.

Adopting an oil-free pump prevents the vacuum parts from being contaminated.

10.3 Sistemi di misura

Il sistema di misura per le prove dovrà essere costituito da:

- Misuratore per il basso vuoto di tipo Pirani per misura nell'intervallo di pressione $1000 \text{ mbar} - 10^{-3} \text{ mbar}$.
- Teste a ionizzazione per misure nell'intervallo $10^{-3} - 10^{-11} \text{ mbar}$.

10.3 Measuring Equipment

The test measuring equipment must be made of

- Pirani vacuum gauge for low-medium vacuum ($1 \text{ bar} - 10^{-3} \text{ mbar}$)
- Cathode ionization vacuum gauges for high and ultra high vacuum ($10^{-3} - 10^{-11} \text{ mbar}$)

10.4 Collaudo

10.4 Inspection

10.4.1 Aspetti generali

Le prove richieste consistono essenzialmente nella ricerca ed eliminazione delle perdite. Il principio fondamentale delle misure delle perdite consiste nel formare un'atmosfera di elio intorno al recipiente da controllare. Se vi sono perdite l'elio penetra nel recipiente in prova e lo spettrometro ne indica la presenza.

Le flange, i condotti, i soffiotti e le valvole del sistema di collaudo dovranno essere in acciaio inox.

Sono generalmente vietati accessori di altri materiali come rame, ottone, alluminio ecc.

I tubi di raccordo tra il componente in prova ed il sistema di pompaggio dovranno avere una conduttanza adatta. Tutte le guarnizioni, per le prove di tenute sui componenti, dovranno essere metalliche.

Il grado di qualificazione del personale che eseguirà i collaudi da vuoto sarà valutato da un ispettore della Società Sincrotrone Trieste S.C.p.A.

10.4.1 Introduction

The required tests aim at discovering and eliminating vacuum leaks. If there are leaks and the atmosphere around the vacuum vessel is made of helium, the helium will enter into the chamber and the mass spectrometer will detect it.

The test setup flanges, piping, bellows and valves shall be in stainless steel. Accessories in other materials as copper, brass, aluminum, etc. are generally not permitted.

The connection pipes between the part being tested and the pumping system shall have adequate conductance. All gaskets and seals shall be in metal.

An inspector designated by ST will verify the qualification level of the personnel responsible for the vendor's vacuum tests.

10.4.2 Procedura di collaudo

Il sistema di collaudo prevede i seguenti componenti:

- spettrometro di massa ad elio con sensibilità nell'intervallo: $1 \times 10^{-5} \div 10^{-11}$ mbar l/s
- perdite calibrate nel campo 10^{-8} mbar l/s.

Terminati i cicli di lavorazione meccanica, i componenti verranno lavati come indicato in §9. Si procederà quindi all'operazione di saldatura, al termine della quale saranno eseguiti i seguenti collaudi:

- prova preliminare di tenuta con ricerca di grosse perdite, ricerca ed eliminazione delle perdite localizzate;
- prova di tenuta con il metodo globale e il metodo perdite localizzate, determinazione di eventuali perdite e riparazioni.

Tutte le prove di tenuta dovranno essere eseguite con connessioni a tenuta metallica. Le guarnizioni di Viton® o simili sono sconsigliate perché nelle prove ad andamento temporale si verifica una permeabilità del Viton® nei confronti dell'elio e ciò falsifica la prova di tenuta.

10.4.2 Inspection Procedure

The test setup shall include the following devices

- Helium mass spectrometer with sensitivity $10^{-5} - 10^{-11}$ mbar l/s
- Calibrated leaks at 10^{-8} mbar l/s

Once the machining is complete, the parts shall be cleaned as indicated in §9 and welded. Afterwards the following checks shall be performed:

- Preliminary check to discover massive leaks and removal thereof.
- Local and integral leak check, leak detection and removal thereof.

During all tests, sealing shall be performed using metal gaskets. Viton® gaskets are not recommended since Viton® is permeable to helium and that alters time dependent measurements.

10.4.3 Calibrazione dello Spettrometro Cercafughe

Lo scopo è di calibrare il cercafughe per avere una misura precisa sia quantitativa che qualitativa delle perdite che si misureranno successivamente alla misura del fondo tipico dello strumento. Si procede seguendo le regole fissate dalla ditta costruttrice dello strumento. Si dovrà seguire ogni volta le indicazioni dei parametri sulla bombola delle perdite calibrate. La calibrazione dello strumento dovrà essere fatta prima di ogni prova.

10.4.3 Leak Detector Calibration

In order to get accurate leakage rates, the leak detector shall be calibrated. This is done by means of a small helium filled vessel with a shut-off valve that releases a given amount of gas. The device should be calibrated before each use.

10.4.4 Determinazione del fondo

Scopo dell'operazione è determinare il valore di perdita (fondo) da cui far partire gli incrementi che si andranno a misurare nelle prove successive. Al termine della calibrazione di cui al §10.4.3 si registra il minimo segnale di fondo dello strumento. La registrazione è valida dopo 3 minuti di segnale stabilizzato.

10.4.4 Background Noise Determination

The goal of this operation is to determine the background leak value from where the subsequent leak increments will be measured. Once the calibration is completed (see §10.4.3), the instrument background noise is recorded. The record is valid after 3 minutes of stabilized signal.

10.4.5 Determinazione del tempo caratteristico

Il tempo caratteristico è stabilito dal tempo che impiega lo strumento a ritornare sul valore di fondo misurato al punto 10.4.4, $\pm 5\%$ dopo aver fatto la taratura con perdita calibrata.

10.4.5 Characteristic Time Determination

The characteristic time is the time required until the instrument reading reaches back the background noise value as measured at §10.4.4, $\pm 5\%$, after calibration with calibrated leak.

10.4.6 Collaudi da vuoto a temperatura ambiente

Prima dei cicli di degassamento è necessario eseguire più di un collaudo a temperatura ambiente, completo o se necessario parziale, su ciascun componente per assicurarsi che le perdite, totali e localizzate, siano entro le specifiche richieste in 10.1.

10.4.6 Room Temperature Vacuum Inspection

Prior to outgassing cycles, it is necessary to perform several inspections at room temperature, complete or partial as needed, on each component to guarantee that total and local leaks be within the requested specifications as in 10.1.

10.4.7 Perdite localizzate

Con il cercafughe tarato sarà realizzata una atmosfera dinamica di elio su tutta la superficie per verificare la presenza di eventuali perdite. Successivamente, dosando il getto di elio si dovrà fare una scansione accurata di tutta la superficie, in modo particolare delle zone critiche (saldature).

10.4.7 Localized Leaks

Once the leak detector is calibrated, a helium dynamic atmosphere around the part shall be realized in order to verify the presence of any possible leak. Subsequently, dosing the helium flow, an accurate scanning of the surface, with particular attention to the weld joints, shall be carried out.

10.4.8 Perdita totale

Si dovranno eseguire le seguenti operazioni:

1. chiudere ermeticamente il componente in un contenitore di politene;
2. coprire il cerca fughe con un telo di politene a protezione di elio;
3. svuotare il contenitore del componente finché aderisca alla superficie esterna del componente, usando una pompa a secco di pre-vuoto;
4. introdurre elio nel sacco di politene fino al riempimento di 1 bar assoluto;
5. registrare con il cerca fughe la perdita misurata per un tempo almeno il doppio del "tempo caratteristico".

All'interno del sacco dovranno essere usate guarnizioni metalliche.

10.4.8 Total leak

The following steps shall be taken:

1. Seal tightly the part in a polyethylene bag
2. Cover the leak detector with a polyethylene sheet so that it will be shielded from helium.
3. evacuate the component bag with a roughing pump
4. introduce helium in the component bag up to 1 bar pressure
5. record with the leak detector the measured leak for at least twice the characteristic time

Seals must be metallic.

10.4.9 Condizioni di accettazione

Per l'accettabilità del collaudo è necessario che il componente soddisfi le specifiche relative alle perdite ammissibili in elio (vedi § 10.1). Se le perdite soddisfano le

specifiche richieste il componente passerà alla fase successiva e i valori misurati verranno registrati nel "Rapporto Prove" (vedi 10.4.10). In caso contrario si procederà alla eliminazione delle perdite e si ripeteranno i collaudi richiesti.

Tutte le operazioni eseguite, comprese le eventuali riprese di saldatura, dovranno essere descritte nel "Rapporto Prove".

Ogni componente dovrà avere una certificazione nella quale siano riportati i valori finali misurati per perdite localizzate e perdita totale.

10.4.9 *Acceptance Requisites*

The part must meet all of the requirements stated in §10.1. If the leaks are within the specified limits, the test is successful and the measured values are recorded in the Test Report (§ 10.4.10). If the part fails the test, then the vendor shall take proper corrective actions and the leak check shall be repeated.

All the performed operations, including possible weld repairs, shall be included in the Test Report.

Each component shall be certified and its Traveler (§12) will indicate all of the measured leaks.

10.4.10 *Rapporto prove*

Il fornitore dovrà predisporre un "Rapporto prove" dove saranno riportati:

- descrizione schema e dimensionamento dell'impianto per i collaudi;
- modello e tipo di spettrometri usati per i collaudi;
- tarature e calibrazione degli strumenti;
- certificazioni perdite calibrate;
- criteri di accettazione;
- perdite misurate ed eventuali operazioni di ripresa saldature per ogni componente.

10.4.10 *Test Report*

The vendor shall prepare a Test Report including the following:

- Test layout and system dimensioning
- Mass spectrometer type and model
- Instrument calibration and tune-up
- Calibrated leak certification
- Acceptance criteria
- Measured leaks and possible weld repairs, if the case.

11 MARCATURA

Tutte le camere saranno contrassegnate in maniera permanente punzonando o marcando (p. es. elettroerosione, vibropenna, laser, etc.) in modo chiaro e in zone facilmente visibili con il codice del disegno relativo e con un numero di serie che le identifichi univocamente. L'utilizzo di acidi o pennarelli è proibito. Non è permesso apporre etichette adesive sulle camere. Tale codice identificativo sarà anche presente all'esterno dell'involucro protettivo e in questo caso l'uso di etichette adesive è permesso.

11 MARKING

All chambers and vacuum parts shall be permanently and clearly marked (by vibro-pen, Electroerosion, laser, etc.) in areas easily accessible. The part shall be univocally identified with the relative drawing code and a serial number. Acids or felt markers are prohibited. Sticky labels are not allowed as well. The identification code shall be present on the protective packaging where adhesive labels are allowed.

12 RESOCONTO FINALE E DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

Prima della spedizione, il venditore deve fornire al compratore una copia del documento di accompagnamento ("Annessi") che indichi i risultati dei controlli, le analisi e le prove effettuate da parte del produttore, o dall'agenzia incaricata della prova, per stabilire la conformità del prodotto ai requisiti qui descritti. Uno schema di tale documentazione deve essere presentato per l'accettazione a ST congiuntamente al piano di Garanzia della Qualità. Tale rapporto deve contenere quanto segue:

- L'agenzia che ha compiuto i controlli (se diverso dal fornitore) unitamente alla data in cui l'ispezione, analisi o prova è stata eseguita.
- Copia di tutti i disegni di fabbricazione, sia in formato elettronico che cartaceo. Formati elettronici accettabili sono IGES, STEP, Catia, SolidWorks, AutoCad.
- I risultati delle ispezioni effettuate per determinare la conformità dei disegni ST. Formati elettronici accettabili sono PDF, Microsoft Word e Excel.
- Risultati dei controlli di saldatura.
- Copia di tutti i rapporti di non conformità (se il caso), e loro risoluzione (azioni correttive).

12 FINAL REPORT AND TRAVELER

Prior to shipping, the Seller shall provide the Buyer with a copy of the accompanying documentation (Traveler) indicating test results, analyses and checks performed by the manufacturer, or appointed third party agency, to establish the part compliance to this Scope of Work. A template of such documentation together with the Quality Assurance Plan shall be submitted to ST for acceptance. This report must include the following:

- Name of the qualifying third party agency, if different from the vendor, and test or analysis date.
- Copy of all the fabrication drawings, both in electronic and paper form. Acceptable formats are IGES, STEP, Catia, Solidworks, AutoCad.
- Inspection results performed to determine compliance to ST design. Acceptable formats are PDF, Microsoft Word or Excel.
- Weld test results.
- Copy of encountered non-conformities, if the case, and corrective actions taken.

13 PIANO DI ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ

Almeno due settimane prima della produzione, il fornitore deve presentare per accettazione a ST un piano di garanzia di qualità (QA). I requisiti presenti nelle norme ISO 9001:2000 (o versioni successive) sono linea guida preferenziali per il

piano della qualità, il quale deve garantire che ogni parte prodotta sia conforme alle prescrizioni qui contenute. ST deve accettare il piano della qualità e comunicarlo per iscritto al fornitore prima dell'inizio della produzione. Come requisito minimo il piano di QA deve comprendere:

- Procedura per l'ispezione e la rilavorazione di parti.
- Procedura per il controllo delle saldature principali.
- verifica delle tolleranze dimensionali post saldatura.
- Metodi di rintracciabilità della produzione.
- Proposta di schema degli Annessi (cfr. §12).
- Metodi d'ispezione e controllo dimensionale di parti meccaniche e sottoinsiemi inclusa la descrizione delle apparecchiature di misura, la sequenza e la frequenza dei controlli, i metodi per determinare vizi e difetti, i criteri per il rifiuto dei pezzi comprese le eventuali azioni correttive e il piano per la registrazione dei dati.

13 QUALITY ASSURANCE PLAN

At least two weeks before production starts, the vendor shall submit ST for approval a Quality Assurance Plan (QA). The ISO 9001:2000 code (or newer versions) provides preferred guidelines for the QA plan, which must guarantee that each fabricated part is compliant with the present Scope of Work. ST must accept the proposed plan and notify the vendor in writing prior to production. The QA plan must at least include:

- Inspection and part rework procedures
- Critical welds inspection procedure
- Post-weld dimensional tolerance validation
- Production traceability
- Traveler layout (see §12)
- Methods of inspection and dimensional control of parts or portions thereof including a description of the measuring machines, the control sequence and frequency, rejection criteria and possible corrective actions, data recording plan.

14 IMBALLAGGIO

I componenti trattati verranno protetti con sacchi barriera in polietilene o nylon, quindi tolta l'aria verrà immesso azoto secco, e sigillati a caldo. Dei sacchetti di silice gel assicureranno nell'imballaggio una protezione contro l'umidità. Particolare cura sarà prestata nella protezione della superficie di tenuta delle flange coprendole con tappi di polietilene oppure flange cieche con guarnizione.

Il pezzo finito deve essere preparato per la spedizione in accordo alla buona prassi commerciale e in conformità alle norme e ai regolamenti vigenti relativi ad imballaggio e trasporto di merci al fine di prevenire qualsiasi danno alle parti. In particolare, le casse per il trasporto devono poter prevedere il sollevamento con muletto.

14 PACKAGING

Produced parts, once cleaned and ready for shipping, shall be placed in nylon or polyethylene bags filled with dry nitrogen and sealed. Silica gel may be used to keep the external packaging dry. Extra care shall be taken to protect the flange sealing surface using polyethylene caps or blank flanges with gasket.

The component shall be prepared for shipping according to good shipping standard practices and in agreement with the current norms and regulations relative to packaging and shipping of goods in order to prevent any damage to the parts. In particular, heavy boxes must allow for forklift handling.

15 AZIONI CORRETTIVE

A seguito del test di accettazione finale presso ST, qualora qualsiasi componente venga respinto, a causa di una cattiva lavorazione o non conformità a quanto specificato nel presente documento, il fornitore deve provvedere entro dieci giorni lavorativi alle necessarie azioni correttive sul materiale o processo, o entrambi, sostituendo se necessario in tutto o in parte il componente difettoso, in modo da correggere la causa di rigetto. L'accettazione sarà sospesa fino a che ispezioni e prove non abbiano dimostrato che l'azione correttiva sia stata attuata con successo e il componente o parte di esso sia conforme ai requisiti del presente documento.

15 CORRECTIVE ACTIONS

In the event that any part or portion thereof is rejected by ST as a result of poor workmanship or nonconformance to this Scope of Work, the Seller shall take corrective action on the material or process, or both as necessary, on all items or portions thereof which were similarly manufactured which are subject to the same cause for rejection within ten working days. Acceptance shall be withheld until inspections and tests have shown that the corrective action was successfully implemented and the part or any portion thereof conforms to the requirements of this Scope of Work.

16 DIRITTO D'ISPEZIONE

Sincrotrone Trieste S.C.p.A si riserva il diritto di visionare, presso il luogo di manifattura, le operazioni e i processi di fabbricazione durante le varie fasi di costruzione delle parti oggetto della presente specifica. Questo include eventuali operazioni di stampaggio, estrusione, saldatura, pulizia e test da vuoto. Nel caso della certificazione da vuoto e di qualsiasi altra operazione che a discrezione di ST sia necessario ispezionare, ai fini di verificarne l'adeguatezza al presente Documento, ST si riserva il diritto di campionare la produzione testandola presso il fornitore. Il contraente s'impegna altresì a comunicare alla persona designata da ST l'approssimarsi delle operazioni più critiche.

16 RIGHT TO INSPECTION

Sincrotrone Trieste S.C.p.A reserves the right to have its designated representative(s) witness, at the place of manufacture, processing/fabrication operations including metal forming, inspection of weld preparations, electron beam welding parameters, machining, etc. The Buyer reserves the right to have

its designated representative witness, at the place of manufacture, the inspections, analyses, and tests established under the Seller's QA Program to demonstrate compliance with this Scope of Work. ST reserves the right as well to sample and inspect the production at the manufacturing place in order to verify compliance with the present document. The vendor commits himself to give advance notice to the person designated by ST of any critical upcoming operation.

The intent of the Buyer in witnessing inspections, tests, and/or processing/fabrication operations is to gain confidence that production operations will produce vacuum parts conforming to this Scope of Work.

