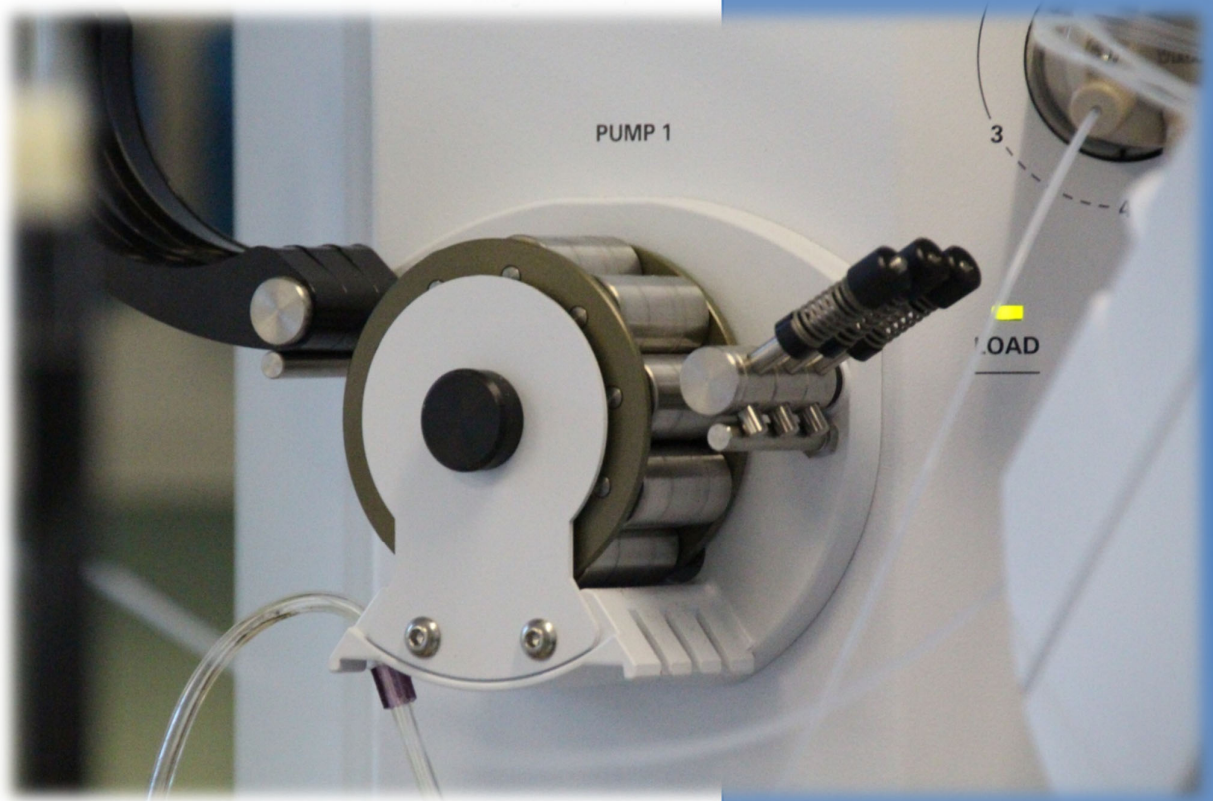




Manutenzione delle apparecchiature



I protocolli
di manutenzione preventiva
e verifica funzionale

Introduzione

La manutenzione preventiva (MP) delle apparecchiature scientifiche ha lo scopo di “conservare, attraverso interventi programmati nel tempo, la loro funzionalità garantendo un livello prestazionale adeguato ai requisiti di qualità dei metodi analitici”. Gli interventi di MP sono caratterizzati da una serie di verifiche in parte generali per tutti gli apparecchi e in parte specifiche in relazione alla tecnica analitica.

Conseguentemente, per ciascuna tipologia di apparecchi è possibile prevedere una lista specifica di attività da effettuare con una determinata frequenza (protocollo di manutenzione).

Queste attività sono individuate, in via prioritaria, sulla base delle prescrizioni fornite dal costruttore (manuali d'uso degli apparecchi) e/o da dati di letteratura, ma non devono prescindere da considerazioni basate sull'esperienza di utilizzo e sulla storia pregressa di ciascuno strumento, in particolare nella definizione della frequenza di MP.

La MP consiste nell'effettuare una serie di controlli predefiniti con eventuale sostituzione di parti che risultassero deteriorate a causa dell'età e/o dell'utilizzo, pulizia e ripristino di condizioni operative ottimali, con una periodicità idonea.

Nel caso di apparecchiature di misura, di norma, la MP è affiancata anche da una verifica funzionale (VF), costituita da controlli, calibrazioni e messe a punto effettuati con materiali/campioni di riferimento, o da una vera e propria taratura (T); quest'ultima è esclusa dai protocolli di MP in quanto effettuata secondo specifiche procedure dei Laboratori di Taratura in Italia (LAT) o riferibili LAT.

In generale le principali attività di manutenzione preventiva possono essere individuate in:

- ▼ smontaggio (se previsto) e pulizia generale
- ▼ verifica ed eventuale sostituzione delle parti più soggette a usura
- ▼ controlli, calibrazioni, messe a punto
- ▼ verifica delle principali funzioni dell'apparecchio.

I protocolli del presente documento modificano ed integrano quelli redatti nel 2011 nell'ambito della gara d'appalto per l'aggiudicazione del servizio di manutenzione delle apparecchiature in Global Service, effettuata congiuntamente da più Agenzie ambientali regionali; l'obiettivo che ci si era posti era stato quello di definire dei protocolli di manutenzione preventiva e verifica funzionale, specifici per alcune tipologie di apparecchiature e comuni per tutte le Agenzie, seguendo una linea guida univoca nella definizione delle attività da eseguire e tenendo in giusta considerazione anche i requisiti normativi in campo di sicurezza.

Il gruppo di lavoro costituito da sette Agenzie ambientali regionali (Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Marche, Piemonte, Puglia, Toscana, Veneto) aveva analizzato, per ogni strumento, i manuali delle ditte produttrici ed aveva tenuto in giusto conto le indicazioni degli utilizzatori per definire le periodicità di ripetizione degli interventi.

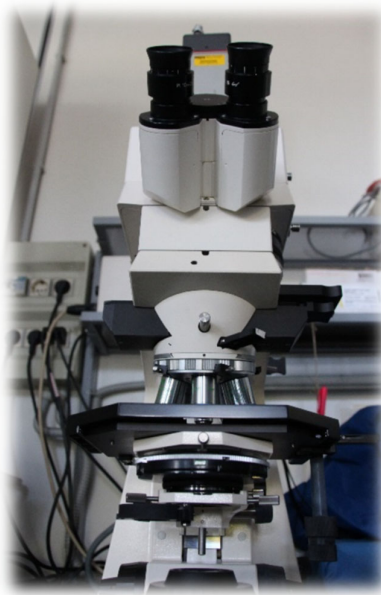
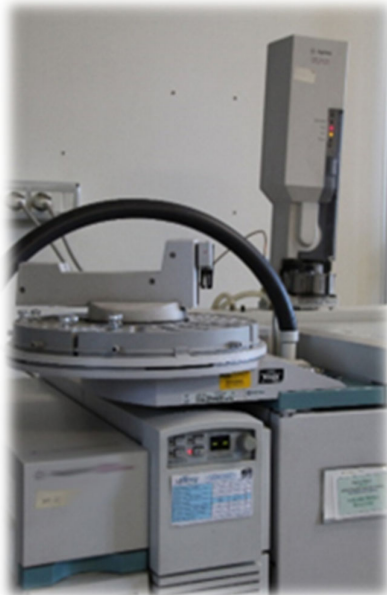
I protocolli sono stati redatti individuando per ogni apparecchio:

- ▼ operazioni preliminari (accettabilità ambiente di lavoro, danni visivi, connessioni ecc.)
- ▼ manutenzione generale (pulizia, stato d'usura delle parti di ricambio, sostituzione dei materiali di consumo, controllo delle parti meccaniche ecc.)
- ▼ verifica funzionale dei singoli moduli e/o accessori
- ▼ (autocampionatore, pompa ecc.)
- ▼ verifica di funzionalità alle condizioni di normale utilizzo

è inoltre previsto che tutte le attività svolte nel corso di una MP siano opportunamente registrate al fine di garantirne la tracciabilità, e per assicurare la disponibilità di un “archivio storico” di ogni singolo apparecchio, sulla base del quale assumere, ad esempio, tutte le decisioni relative a eventuali variazioni o revisioni della periodicità di verifica o, più in generale, dei protocolli stessi in un'ottica di miglioramento e ottimizzazione dell'attività manutentiva.

Protocolli di manutenzione preventiva e verifica funzionale **Indice**

- 1 Analizzatore di carbonio totale (TOC, Total Organic Carbon)
- 2 Autoclavi
- 3 Cappe aspiranti
- 4 Cappe di sicurezza biologica
- 5 Centrifuga
- 6 Cromatografo, cromatografia liquida (HPLC, HPLC con rivelatore di massa)
- 7 Estrattori accelerati ASE (Accelerated Solvent Extraction)
- 8 Gascromatografo con rivelatori tradizionali e massa
- 9 Microscopio ottico a luce trasmessa
- 10 Spettrofotometro ad assorbimento atomico
- 11 Spettrofotometro UV-Vis
- 12 Spettrometria ad emissione ICP-OES (ICP, Optical Emission Spectrometer)
- 13 Spettrometria plasma ad accoppiamento induttivo, massa (ICP Massa)
- 14 Spettroscopia infrarossa (FT-IR)
- 15 Verifica di sicurezza elettrica (VSE)



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 1

Analizzatore di carbonio totale (TOC, Total Organic Carbon)

Manutenzione preventiva dello strumento

Lista di controllo

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Verificare se sono presenti danni visivi (descrivere in caso di presenza)
- Verificare le connessioni dei gas a valle del riduttore di pressione
- Verificare il funzionamento e la pulizia di tutte le ventole interne di raffreddamento del sistema
- Controllare la tensione di alimentazione
- Verificare correttezza *carrier gas*
- Verificare correttezza *sparge gas*
- Verificare lo stato e il corretto funzionamento della valvola di campionamento
- Verificare lo stato della siringa di campionamento
- Verificare stato e il movimento delle slitte dei porti di iniezione e di lavaggio
- Verificare il sistema di acidificazione automatica e di sparging (ove presenti)
- Verificare lo stato di usura del quarzo e dei reattivi del tubo di combustione
- Verificare il raggiungimento e la stabilità della T della fornace secondo quanto riportato nel manuale del costruttore

Manutenzione preventiva accessori

Autocampionatore

- Verificare la lubrificazione e la libertà di movimento di tutte le parti meccaniche in movimento
- Verificare centratura posizioni
- Verificare l'ago di aspirazione del campione
- Verificare l'ago *sparge gas*



Verifica funzionale

Modulo liquidi

- Verifica della linearità di risposta secondo quanto definito nel manuale d'uso dalla ditta costruttrice
- Verifica della sensibilità secondo quanto definito nel manuale d'uso dalla ditta costruttrice
- Verifica della ripetibilità dell'introduzione del campione secondo quanto definito nel manuale d'uso dalla ditta costruttrice

Modulo solidi

- Verifica della linearità di risposta secondo quanto definito nel manuale d'uso dalla ditta costruttrice
- Verifica della sensibilità secondo quanto definito nel manuale d'uso dalla ditta costruttrice
- Verifica della ripetibilità dell'introduzione del campione secondo quanto definito nel manuale d'uso dalla ditta costruttrice

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 2

Autoclavi

Verifiche preliminari

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Verifica danni visivi e integrità meccanica (se sì, descrivere): integrità involucro, pulizia e lubrificazione guarnizione della porta
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di connessione alla rete elettrica (spine, cavi, connettori ecc)
- Verifica dispositivi di sicurezza (membrane, molle, microswitch, valvole di sicurezza, fotocellule, pulsanti di emergenza) e verifica sequenza di apertura sicura

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Ispezione incrostazioni, spurghi e pulizia del generatore di vapore e delle resistenze
- Pulizia e disincrostazione pompa da vuoto, scambiatori di calore tubazioni, ecc.
- Verifica funzionamento pompa vuoto
- Verifica funzionamento pompa acqua
- Verifica funzionamento e manutenzione compressore aria
- Verifica funzionamento e manutenzione porta lato-sterile e lato-non sterile
- Verifica e manutenzione distributore fluidi, morsetti, catena motore porta lato-sterile e lato-non sterile
- Verifica ed eventuale sostituzione di tubazioni e guarnizioni/otturatori dell'impianto idraulico e pneumatico
- Verifica ed eventuale sostituzione elettrovalvole, valvole pneumatiche e valvole manuali
- Verifica, pulizia ed eventuale sostituzione filtri (vapore, acqua di rete, acqua deionizzata, aria compressa, aria sterile, pozzetto camera, pompa da vuoto)
- Verifica funzionamento pressostati
- Verifica integrità spie e comandi
- Verifica e pulizia dei sensori di livello vasche e valvola di scarico camera
- Verifica controllore di processo: pannello operatore, PLC, batterie tampone, termoregolatore
- Verifica della stampante e/o registratore (se presenti)

Verifica funzionale e metrologica:

- Verifica e conferma metrologica delle sonde di temperatura, sonde di pressione e timer. Dovrà essere indicata la procedura di verifica delle prestazioni seguita e i campioni di riferimento utilizzati. Gli strumenti utilizzati per la verifica delle prestazioni dovranno essere tarati da centri accreditati da LAT. Gli intervalli di verifica dovranno coprire l'intervallo di normale utilizzo da parte del laboratorio
- Esecuzione del test di tenuta al vuoto: la sonda di pressione deve resistere fino a 2,8 bar; in caso di perdite procedere alla sostituzione di guarnizioni o valvole di tenuta
- Verificare il corretto funzionamento della valvola di sicurezza (apertura al valore riportato sul manuale) portando l'apparecchio ad una pressione superiore a quella di lavoro
- Esecuzione cicli di prova, compatibili con quelli applicati dal laboratorio (tempi e temperature) con registrazione e stampa del grafico di temperatura
- Verifica di sterilità attraverso l'utilizzo di indicatori di sterilizzazione



Registrazioni

Evidenza oggettiva della catena metrologica per gli strumenti utilizzati per le misure

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 3

Cappe aspiranti

Manutenzione preventiva dello strumento

Lista di controllo

- Controllo visivo posizione apparecchio
- Controllo visivo generale della struttura
- Controllo visivo integrità delle vetrate
- Controllo visivo integrità del piano di lavoro
- Controllo funzionalità valvole aria, gas, ecc. (se presenti)
- Controllo visivo dello stato del corpo illuminante e del relativo comando
- Controllo presenza tensione nelle prese di servizio
- Controllo funzionale delle prese e degli organi di comando
- Verifica saliscendi con relative funi, fine corsa e blocchi di sicurezza con eventuale cambio blocchi di fine corsa (se necessario)
- Verifica della valvola di sfogo e dei dispositivi di protezione a corredo della cappa
- Verifica degli allarmi (se presenti)
- Verifica del grado di luminosità del piano di lavoro



Verifica funzionale

Profilo di velocità flusso di aria

Velocità frontale

- Verifica strumentale mediante anemometro a filo caldo dei flussi (*test report*) secondo quanto indicato al punto 6.3.2.1 della norma UNI EN 14175 parte 4; presentazione delle singole misure effettuate in ciascun punto, con verifica della conformità rispetto a un valore minimo definito come standard e calcolo della velocità media come strumento di definizione della classe o in conformità alla norma EN 14175 per cappe acquistate dopo il 2004 o ad altro criterio di classificazione
 - Criterio di accettabilità: a seconda della lavorazione eseguita sotto cappa si fa riferimento a quanto indicato nel manuale UNICHIM 192/3 – E2 (per sostanze chimiche velocità frontale compresa tra 0,4 m/s e 0,85 m/s, per le polveri velocità frontale \approx 1,0 m/s)
- Verifica strumentale dei filetti di fumo (*smoke pattern test*)
- Verifica integrità filtro a carboni, tenuta telaio e guarnizioni
- Verificare centratura posizioni
- Verifica del livello sonoro secondo norma UNI EN ISO 11202; valore < 65 db

Registrazioni

- Evidenza oggettiva della catena metrologica per gli strumenti utilizzati per le misure

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 4

Cappe di sicurezza biologica

Manutenzione preventiva dello strumento

Lista di controllo

- Controllo visivo posizione apparecchio
- Controllo visivo generale della struttura
- Controllo della protezione frontale
- Controllo visivo integrità delle vetrate
- Controllo visivo integrità del piano di lavoro
- Controllo funzionalità valvole aria, gas ecc (se presenti)
- Controllo visivo dello stato del corpo illuminante e del relativo comando
- Controllo presenza tensione nelle prese di servizio
- Controllo funzionale delle prese e degli organi di comando
- Controllo visivo lampada UV
- Controllo visivo del sistema di allarme min/max e/o indicatore di portata (se presente)

Verifica funzionale

Profilo di velocità flusso di aria

Flusso unidirezionale discendente (downflow)

- Verifica strumentale secondo quanto indicato nell'Annex G 3 2 1 della norma UNI EN ISO 12469, che permette di valutare la rispondenza a quanto previsto dalla normativa di riferimento della velocità dell'aria in uscita dai filtri HEPA, oltre alla laminarità dei flussi
 - Criterio di accettazione: velocità media compresa tra 0,25 e 0,50 m/s; valore minimo e massimo possono avere uno scostamento minimo dalla media inferiore la 20%

Flusso d'aria barriera frontale (inflow)

- Verifica strumentale secondo quanto indicato nell'Annex G 3.2.2 della norma UNI EN ISO 12469, che permette di valutare la rispondenza a quanto previsto dalla normativa di riferimento della velocità dell'aria in ingresso, il volume di aria espulsa e verifica dei flussi e/o la presenza di eventuali turbolenze presenti all'interno dell'apparecchiatura
 - Criterio di accettazione: velocità di barriera $\geq 0,4$ m/s, calcolata come $V_b = (V_e \cdot S_e) / S_b$ dove V_b = velocità di barriera, V_e = velocità media di espulsione, S_e = sezione filtro espulsione e S_b = sezione barriera frontale

Determinazione della classe di contaminazione della cappa

- Verifica strumentale secondo quanto indicato nell'Annex B della norma UNI EN ISO 14644-1, per accertare la rispondenza della cappa alla classe di contaminazione per la quale è stata omologata
 - Grandezza misurata: massima concentrazione (n° di particelle) consentita in 1 m³ di aria
 - Criterio di accettazione: Classe ISO 5 come definito nella norma UNI EN ISO 14644-1

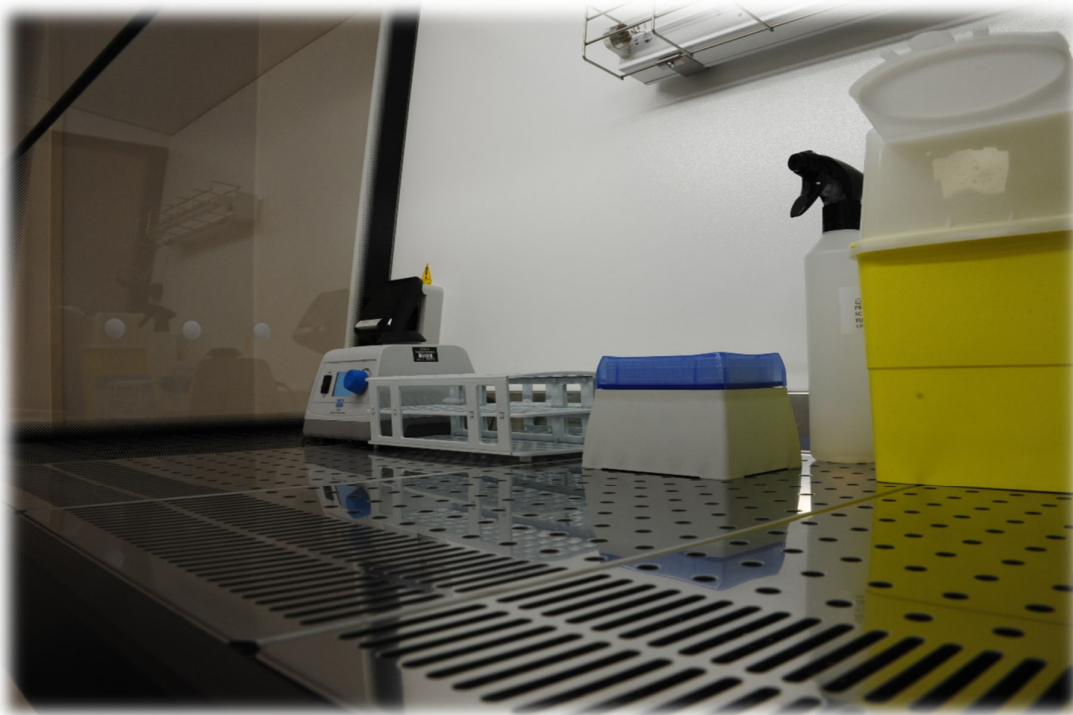
Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 4
Cappe di sicurezza biologica

Altri controlli

- Verifica integrità filtro, tenuta telaio e guarnizioni (UNI EN 12469, Annex D); verificare centratura posizioni
- Visualizzazione dei filetti di fumo (*smoke pattern test*)
- Test di contenimento
- Test emissione lampada UV (UVC $\geq 90\%$ di 27,1 mW/cm² a 1 m – 108,4 mW/cm² a 5,5 m)
- Livello sonoro secondo norma UNI EN ISO 11202; valore < 65 db
- Illuminazione secondo norma UNI EN ISO 12464-1; valore > 750 lux

Registrazioni

- Evidenza oggettiva della catena metrologica per gli strumenti utilizzati per le misure



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 5

Centrifuga

Verifiche preliminari

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Danni visivi (se sì, descrivere): integrità involucro e parti visibili
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di connessione alla rete elettrica (spine, cavi, connettori ecc)
- Verifica dispositivi di sicurezza: meccanismo di blocco dello sportello

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Verifica integrità e tenuta porta, sportelli, coperchi
- Verifica integrità supporti
- Verifica integrità collegamenti pneumatici e idraulici
- Verifica guaine, guarnizioni, membrane o parti di tenuta ed eventuale sostituzione
- Pulizia degli organi di rotazione accessibili e delle linee di ventilazione (filtri, presse, ventole)
- Lubrificazione delle parti meccaniche di rotazione dell'albero (se indicato nel manuale d'uso)
- Verifica funzionamento comandi di attivazione e regolazione (velocità, temperatura)
- Verifica assenza di vibrazioni e stabilità meccanica
- Verifica funzionamento luci, indicatori, spie, display ed eventuale riparazione/sostituzione
- Verifica fusibili
- Verifica e manutenzione cestello e alloggiamenti
- Verifica integrità di spazzole e carboncini ed eventuale sostituzione
- Verifica integrità e bilanciamento rotore
- Verifica funzionamento
- Verifica funzionamento sistema frenante
- Verifica protezioni ovvero verificare i meccanismi di blocco di sicurezza del coperchio assicurandosi che l'apparecchiatura non si metta in funzione se il coperchio non è chiuso, con il relativo meccanismo di interblocco inserito
- Prova di funzionamento
- Verifica sistema di drenaggio condensa e dello stato delle guarnizioni della camera refrigerata (nel caso di centrifughe refrigerate)

Verifica funzionale

- Controllo velocità del rotore e temperatura (nel caso di refrigerata) Indicare la procedura di controllo seguita e i campioni di riferimento utilizzati. Lo scostamento dei valori indicati dall'apparecchiatura rispetto a quelli di riferimento dovrà rientrare nella tolleranza prevista dal costruttore o definita dal laboratorio I range/punti di controllo devono coprire l'intervallo di normale utilizzo da parte del laboratorio
- Verifica di efficacia del sistema frenante: tempo di arresto
- Esecuzione cicli di prova, compatibili con quelli applicati dal laboratorio



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 6

Cromatografo, cromatografia liquida (HPLC, HPLC con rivelatore di massa)

Verifiche preliminari

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Verifica se vi sono danni visivi (se sì, descrivere quali)

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Pulizia dell'interno e l'esterno dello strumento
- Pulizia di tutte le ventole e i filtri
- Verifica dei dispositivi di connessione alla rete elettrica
- Controllo della tensione di alimentazione
- Verifica del degasaggio della fase mobile
- Verifica del degasaggio del solvente del campionatore automatico
- Verifica dei collegamenti elettrici/pneumatici e idraulici fra i moduli
- Verifica dell'assenza di perdite

Manutenzione preventiva e verifica funzionale relativa ai singoli moduli

Modulo Autocampionatore

Manutenzione

- Pulizia e lubrificazione di tutte le parti meccaniche in movimento (sostituzione se necessario)
- Controllo delle siringhe e dell'ago (sostituzione se necessario)
- Verifica delle elettrovalvole/solenoidi
- Sostituzione del filtro di ingresso
- Sostituzione del *rotor seal* e dello statore
- Taratura/allineamento dell'ago
- Verifica del sistema di termostatazione della cella campioni (se presente)
- Registrazione del numero di iniezioni effettuate dal campionatore automatico

Verifica funzionale

- Prova di ripetibilità di iniezione
- Verifica del mantenimento della temperatura di 15 °C nella cella campioni (se applicabile)

Modulo Pompa

Manutenzione

- Pulizia dei contatti elettrici
- Pulizia in ultrasuoni della testa della pompa e delle *check valves*
- Verifica e pulizia dei pistoni (sostituzione se necessario)
- Pulizia e lubrificazione delle altre parti meccaniche (sostituzione se necessario)
- Verifica delle linee dei solventi dell'assenza di perdite
- Sostituzione dei filtri di ingresso e in linea
- Controllo dell'iniettore manuale e sostituzione del *rotor-seal* e dello statore (sostituzione delle eventuali parti danneggiate)

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 6
Cromatografo, cromatografia liquida
(HPLC, HPLC con rivelatore di massa)

Verifica funzionale

- Verifica del flusso a 1 mL/min con backpressure a 1000 psi \pm 1%

Modulo Forno Colonna

Manutenzione

- Verifica delle connessioni elettriche/idrauliche
- Controllo delle guarnizioni e della corretta chiusura dello sportello del forno
- Verifica della valvola di commutazione della colonna sostituzione del *rotor seal* (se presenti)

Verifica funzionale

- Verifica del mantenimento della temperatura di 35 °C per il forno standard e di 20 °C per il forno Peltier

Modulo Rivelatore Indice di Rifrazione

Manutenzione

- Verifica dell'elettrovalvola di purge e dei tubi di ingresso/uscita
- Controllo dell'assenza di perdite

Verifica funzionale

- Prova dell'intensità della lampada (se applicabile)
- Flussaggio con acqua della cella a flusso e controllo del bilanciamento ottico
- Controllo del bilanciamento dell'ottica
- Verifica del funzionamento dell'eventuale comando di temperatura

Modulo Rivelatore ad Array di Diodi (DAD)

Manutenzione

- Verifica delle connessioni elettriche/idrauliche
- Pulizia dell'ottica
- Sostituzione delle lampade (se necessario)
- Pulizia della cella
- Verifica dell'assenza di perdite

Verifica funzionale

- Verifica dell'esattezza della lunghezza d'onda nel punto di massimo assorbimento dello spettro della caffeina (273 nm)
- Verifica baseline e rumore di fondo

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 6

Cromatografo, cromatografia liquida
(HPLC, HPLC con rivelatore di massa)

Modulo Rivelatore di Fluorescenza

Manutenzione

- Verifica delle connessioni elettriche/idrauliche
- Pulizia dell'ottica
- Sostituzione della lampada (se necessario) e allineamento
- Pulizia della cella
- Verifica dell'assenza di perdite nella cella a flusso

Verifica funzionale

- Controllo dell'energia di eccitazione a 470 nm dopo l'allineamento della lampada e con acqua nella cella a flusso
- Controllo della lunghezza d'onda usando la banda Raman

Modulo Rivelatore UV/VIS

Manutenzione

- Verifica delle connessioni elettriche/idrauliche
- Pulizia dell'ottica
- Sostituzione della lampada a deuterio (se necessario)
- Verifica dell'assenza di perdite nella cella a flusso
- Controllo del bilanciamento dei raggi *sample/reference*
- Registrazione valore del contatore d'uso della lampada
- Pulizia e lubrificazione delle parti meccaniche in movimento (es monocromatore)

Verifica funzionale

- Verifica dell'esattezza della lunghezza d'onda nel punto di massimo assorbimento dello spettro della caffeina (273 nm)

Modulo Rivelatore Massa

Manutenzione Analizzatore

- Smontaggio sorgente
- Pulizia sorgente con soluzione di lavaggio
- Pulizia filtri pre-analizzatore
- Pulizia filtri post-analizzatore
- Pulizia contatti sorgente
- Pulizia sistema idraulico azoto
- Verifica allineamento analizzatore
- Sostituzione parti usurabili sorgente
- Pulizia elettronica e vano
- Riasssemblaggio totale ed allineamento in condizioni sterili
- Verifica baseline e rumore

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 6
Cromatografo, cromatografia liquida
(HPLC, HPLC con rivelatore di massa)

Interfaccia ESI/APC (se presenti)

- Smontaggio completo
- Sostituzione capillari (se necessario)
- Allineamento capillari e Pig
- Riasssemblaggio e test contropressione
- Sostituzione Union connessione

Pompa rotativa 1°/ 2°

Manutenzione

- Verifica tenuta connessioni vuoto
- Verifica perdite olio
- Svuotamento olio esausto
- Riempimento a livello nuovo olio
- Sostituire filtro olio (se necessario)
- Effettuare Ballast (20 min)

Verifica funzionale

- Calibrazione analizzatore con infusione soluzione di materiale di riferimento
- Verifica sensibilità e risoluzione con infusione soluzione materiale di riferimento
- Verifica allineamento pesi molecolari
- Verifica pressione finale dopo manutenzione



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 7

Estrattori accelerati ASE (Accelerated Solvent Extraction)

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Danni visivi (se sì, descrivere)
- Degasaggio della fase mobile
- Degasaggio solvente del campionatore automatico
- Pulire l'interno e l'esterno degli strumenti
- Controllare la tensione di alimentazione
- Pulire tutte le ventole
- Verificare i collegamenti elettrici/idraulici fra i moduli
- Controllare se ci sono perdite di liquido e/o di gas

Manutenzione preventiva e verifica funzionale relativa ai singoli moduli

Tray delle Celle

Manutenzione

- Pulire e lubrificare tutte le parti meccaniche in movimento
- Controllare tubi *in* e *out* collegati ai puntali
- Controllo e pulizia *O-ring* della cella
- Verificare il funzionamento di eventuali elettrovalvole/solenoidi
- Controllare i puntali di aggancio cella superiore e inferiore
- Sostituire i puntali di aggancio cella superiore e inferiore eventualmente danneggiati
- Azzerare il contatore delle estrazioni, se previsto
- Calibrare la posizione dei puntali di aggancio delle celle, nelle posizioni indicate
- Effettuare prova di aggancio delle celle e portare le stesse all'interno del forno
- Verificare la posizione della termocoppia e delle resistenze per il forno
- Verifica della temperatura del forno
- Verifica del volume di estrazione (ripetibilità)
- Verifica dell'accuratezza (scostamento tra volume estratto misurato con cilindro e da display)
- Pulire sensore di posizione *in* e *out Tray*

Tray delle Vial

Manutenzione

- Pulire e lubrificare tutte le parti meccaniche in movimento
- Controllare i tubi in scarico del solvente
- Verificare il funzionamento di eventuali elettrovalvole/solenoidi
- Controllare gli aghi e verificare l'assenza di ostruzioni
- Sostituire gli aghi del campione e del vent, eventualmente danneggiati
- Azzerare il contatore delle estrazioni, se previsto
- Calibrare la posizione dei puntali di aggancio
- Effettuare prova di aggancio celle e di caricamento delle stesse, all'interno del forno
- Controllare ed eventualmente sostituire tubi e valvole di ritegno gas sulla linea di ingresso e di uscita del gas

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 7
Estrattori accelerati ASE (Accelerated Solvent Extraction)

Modulo Pompa

Manutenzione

- Pulire e lubrificare le parti meccaniche
- Sostituire le parti di fluidica usurate
- Sonicare la testata della pompa e le *check valve*
- Pulire i pistoni (sostituire se rovinati)
- Sostituire i *back up seal* posizionati all'interno del cilindro della pompa
- Sostituire gli *o-ring* del cilindro interno della pompa
- Verificare che non ci sono perdite
- Verificare tutte le linee dei solventi (in presenza di AutoAse)
- Controllo tubi in ingresso e uscita

Verifica funzionale

- Verifica della pressione della pompa usando indicatore di pressione esterno calibrato e *rinse tube* cella e vial di scarico

Controllo Pressioni Gas

Manutenzione

- Controllo perdite gas sulla linea di N₂ e Aria
- Verifica pressione della linea Aria, limite inferiore 5 bar
- Verifica pressione della linea Azoto, limite inferiore 10 bar
- Regolazione pressione OVEN a 130 Psi (+/- 15 Psi)
- Regolazione pressione Bottiglia solvente a 10 Psi (+/- 2 Psi)
- Regolazione pressione Aria a 50 Psi (+/- 3 Psi)
- Controllo connessioni gas su valvola *relief* e valvola statica
- Controllo perdite su valvola *manifold* (*solvent controller*)



Controllo Sensori Periferici

Manutenzione

- Calibrazione e controllo visivo del *sensor leak* posizionato all'interno dell'apparecchio
- Calibrazione e controllo visivo del sensore di *Vapor Hydrocarbon*, posizionato all'interno dell'apparecchio
- Controllo attuazione, valvola statica
- Controllo attuazione, valvola di *relief*
- Controllo attuazione, valvola del *prime*
- Controllo attuazione, valvola del *purge*

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 8

Gascromatografo con rivelatori tradizionali e massa

Verifiche preliminari

- Verifica se il luogo di lavoro è accettabile
- Verifica se vi sono danni visivi (se sì, descrivere quali)
- Verifica se la temperatura ambiente è conforme
- Verifica dei filtri delle linee dei gas

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Pulizia dell'interno e l'esterno dello strumento
- Pulizia di tutte le ventole e i filtri
- Verifica dei dispositivi di connessione alla rete elettrica
- Controllo della tensione di alimentazione
- Verifica dei collegamenti elettrici/pneumatici fra i moduli
- Verifica dell'assenza di perdite

Manutenzione preventiva e verifica funzionale relativa ai singoli moduli

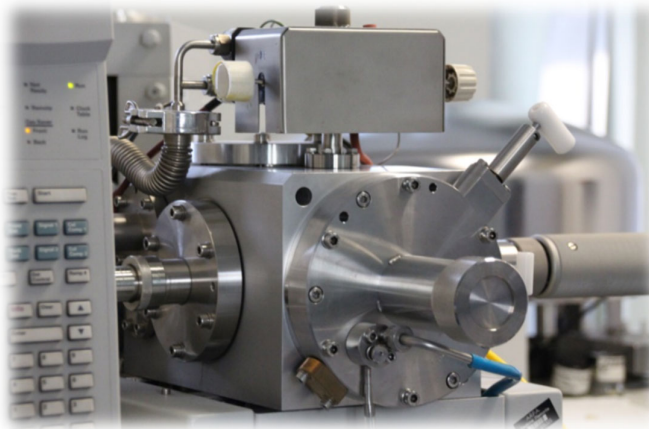
Modulo Gascromatografo

Forno

- Misura dell'esattezza della temperatura impostata

Iniettore

- Sostituzione setto
- Sostituzione lana di vetro
- Controllo integrità e pulizia del *liner*
- Controllo degli *o-ring*
- Sostituzione *charcoal trap-split*
- Controllo di tenuta pneumatica
- Controllo del flusso di splittaggio elettronico
- Controllo del flusso di splittaggio manuale
- Controllo della temperatura



Detector

- Pulizia Jet (per FID, NPD, FPD sostituzione se necessario)
- Pulizia Collettore/Anodo (per FID, NPD, ECD sostituzione se necessario)
- Controllo delle guarnizioni (sostituzione se necessario)
- Verifica della tensione di polarizzazione
- Verifica dei flussi aria/idrogeno/*make-up*
- Controllo del *liner* (FPD, sostituzione se necessario)
- Controllo lampada (PID, sostituzione se necessario)
- Controllo bilanciamento (TCD)

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 8
Gascromatografo con rivelatori tradizionali e massa

- Verifica del rumore di fondo e stabilità della baseline

Modulo Autocampionatore

Manutenzione

- Pulizia e lubrificazione di tutte le parti meccaniche in movimento (sostituzione se necessario)
- Pulizia dei sensori ottici
- Verifica dell'allineamento dei movimenti meccanici
- Verifica della siringa e dell'ago (sostituzione se necessario)
- Verifica delle guarnizioni (sostituzione se necessario)
- Verifica dell'impaccamento/pulizia della trappola (sostituzione se necessario)
- Verifica dei flussi
- Verifica delle tenute pneumatiche
- Verifica del raggiungimento delle temperature impostate
- Registrazione valore del contatore delle iniezioni

Modulo Rivelatore di Massa

Manutenzione

- Verifica dell'olio della pompa meccanica (sostituzione se necessario)
- Verifica dei setacci filtro di allumina (sostituzione se necessario)
- Verifica olio della pompa diffusiva (sostituzione se necessario)
- Verifica del livello standard di taratura (ripristino se necessario)
- Pulizia della sorgente ionica
- Pulizia dell'analizzatore e delle guarnizioni
- Controllo dei filamenti (sostituzione se necessario)
- Controllo del raggiungimento delle temperature impostate
- Verifica dei parametri di autotune/calibrazione
- Verifica della tensione del moltiplicatore (sostituzione se necessario)
- Test del vuoto e verifica della pressione finale raggiunta
- Verifica della stabilità della massa nel tempo
- Verifica del livello di Aria/Acqua nel rivelatore
- Verifica della calibrazione delle masse 69 0, 131 0, 219 0, 502 0

Verifica funzionale

- Verifica funzionale tramite iniezione materiale di riferimento
- Prove di ripetibilità di iniezione

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 9

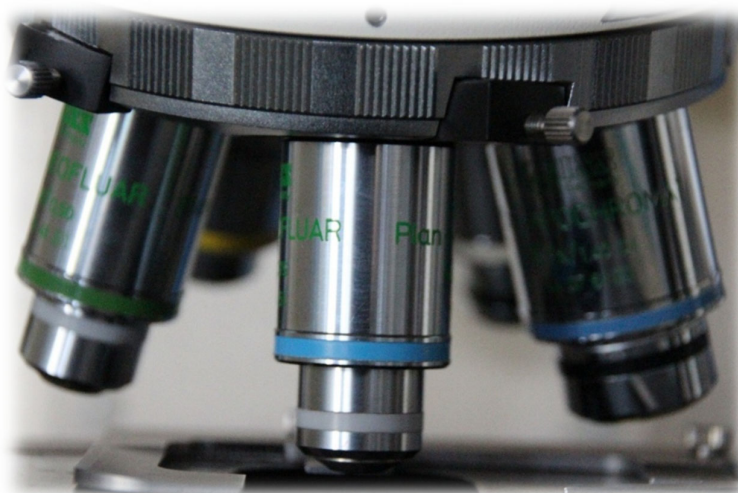
Microscopio ottico a luce trasmessa

Verifiche preliminari

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Danni visivi (se sì, descrivere): integrità involucro e parti visibili
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di connessione alla rete elettrica (spine, cavi, connettori ecc)

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Pulizia dello strumento e igienizzazione
- Pulizia delle parti ottiche: obiettivi, oculari, lenti sistema fotografico condensatore, filtri, sorgenti luminose accessorie
- Controllo, pulizia e lubrificazione dei movimenti X,Y,Z e del piano portaoggetti
- Controllo, movimento macro e micrometrica
- Controllo dei diaframmi di apertura e di campo
- Controllo, regolazione e allineamento sorgenti luminose (luce trasmessa, riflessa, fluorescenza)
- Controllo, della centratura e verifica movimento diaframma di apertura secondo Kohler
- Controllo della centratura revolver obiettivi (micr polarizzatori)
- Verifica di allineamento e focalizzazione del diaframma di campo
- Verifica movimenti del braccio di supporto
- Verifica di integrità delle lenti
- Verifica del dispositivo per contrasto di fase (se presente)
 - Controllo movimento *revolver* anelli di fase, centratura anelli di fase con oculare telescopico
- Verifica del sistema a fluorescenza (se presente)
 - Pulizia modulo blocco filtri, verifica efficienza lampada, centratura e allineamento lampada HBO
- Verifica delle fibre ottiche (se presenti)
- Verifica di una lettura effettuata su un campione concordato con il responsabile del laboratorio o con persona da lui delegata e per il contrasto di fase con vetrino HSE/NPL
- Verifica taratura micrometro oculare con micrometro oggetto



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 10

Spettrofotometro ad assorbimento atomico

Manutenzione preventiva dello strumento

Lista di controllo

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Verifica sistemi sicurezza
- Danni visivi (se sì, descrivere)
- Verificare l'integrità dell'involucro e delle parti dell'apparecchio
- Verificare l'integrità di spie e comandi
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di connessione alla rete elettrica (spine, cavi, connettori ecc)
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di parti applicate, se presenti
- Verifica silenziosità ventole
- Pulire l'interno e l'esterno degli strumenti
- Controllare la tensione di alimentazione
- Pulire tutti le ventole e i filtri
- Verificare i collegamenti elettrici/pneumatici e idraulici fra i moduli
- Controllare se ci sono perdite
- Verificare la pulizia del vano campioni
- Verificare la pulizia delle finestre del vano campione
- Rimuovere la polvere o sporcizia delle schede elettroniche

Ottica

- Controllo pulizia ottica
- Verifica calibrazione di lunghezza d'onda
- Verifica e pulizia del monocromatore e degli specchi interne se facilmente accessibili

Introduzione campione

- Pulizia *burner head*
- Pulizia camera e *flow spoiler*
- Pulizia nebulizzatore
- Controllo usura guarnizioni
- Allineamento bruciatore
- Verifica sensibilità e precisione

Fornetto di grafite

- Pulizia finestre in quarzo
- Pulizia camera e *flow spoiler*
- Pulizia contatti di grafite
- Controllo usura guarnizioni
- Verifica sensibilità e precisione

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 10
Spettrofotometro ad assorbimento atomico

Sistema per Idruri – Flow Injection (se presente)

- Controllo delle connessioni
- Controllo usura tubicini
- Controllo pompe
- Controllo valvola
- Verifica sensibilità e precisione

Autocampionatore

- Controllo e verifica puntale
- Controllo e verifica pompe
- Lubrificare guide meccaniche
- Controllo centratura posizioni



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 11

Spettrofotometro UV-Vis

Verifiche preliminari

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Danni visivi (se sì, descrivere)
- Controllare la tensione di alimentazione
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di connessione alla rete elettrica (spine, cavi, connettori ecc.)

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Pulire l'interno e l'esterno degli strumenti, compreso ventole e filtri
- Verificare efficienza sorgenti e sostituire quelle esaurite o in esaurimento
- Verificare le parti ottiche delle sorgenti e se necessario effettuare adeguata pulizia
- Verificare le parti ottiche del monocrimatore e del fotometro, pulire gli specchi e filtri
- Verificare l'allineamento delle sorgenti sulla fenditura di ingresso
- Verificare la pulizia del vano campioni e lavarlo se necessario
- Verificare la pulizia delle finestre in quarzo e lavarle se necessario
- Rimuovere la polvere o sporcizia delle schede elettroniche

Manutenzione preventiva accessori

Cell Changer

- Verificare la pulizia, ed eseguirla se necessario, dei supporti cuvetta
- Verificare la lubrificazione, ed eseguirla se necessario, delle parti meccaniche in movimento
- Verificare l'allineamento del portacuvetta all'interno del raggio nelle varie posizioni

Autosampler/Sipper

- Verificare la pulizia, ed eseguirla se necessario, dei tubicini e della cella di flusso
- Verificare la mancanza di bolle d'aria durante l'aspirazione
- Verificare l'allineamento della cella a flusso nel raggio

Sfera integratrice

- Verificare la pulizia delle parti ottiche ed eventualmente pulire gli specchi

Verifica delle seguenti condizioni di buon funzionamento dello strumento

- Verificare la linea di base (scansione secondo parametri indicati da manuale d'uso): stabilità e rapporto segnale/rumore
- Verificare l'accuratezza della lunghezza d'onda utilizzando campione idoneo con picchi noti; verificare esattezza e linearità fotometrica a una lunghezza d'onda definita da manuale d'uso o altre specifiche, utilizzando una soluzione standard di riferimento
- Verificare il valore della *stray light* (SRE – *Stray Radiant Energy*), possibilmente sia quella eterocromatica che isocromatica, riferita ai criteri presenti nei manuali d'uso

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 11
Spettrofotometro UV-Vis

Verifica di buon funzionamento degli accessori:

Sipper

- Verificare la riproducibilità delle letture alternando aspirazioni d'acqua

Sfera integratrice

- Verificare le condizioni degli standard bianchi ed eventuale sostituzione
- Verificare l'andamento della linea di base (secondo parametri indicati da manuale d'uso)



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 12

Spettrometria a emissione ICP-OES (ICP - Optical Emission Spectrometer)

Verifiche preliminari

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Verifica se vi sono danni visivi (se sì, descrivere quali)

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Controllare la tensione di alimentazione
- Verificare impianto gas e filtri linee
- Verificare il funzionamento e la pulizia di tutte le ventole interne di raffreddamento del sistema
- Pulizia o sostituzione filtro acqua
- Verificare funzionamento sicurezze
- Pannello torcia
- Pulizia del sistema di introduzione del campione (flush del percorso liquido)
- Verificare lo stato della pompa peristaltica
- Verificare stato tubi pompa peristaltica–campione/scarico
- Verificare condizioni della torcia in quarzo e/o parti del supporto torcia Eventuale sostituzione *o-ring*
- Verificare lo stato del nebulizzatore in uso Eventuale sostituzione *o-ring*
- Pulizia spray chamber
- Verifica gas/pressioni/parte pneumatica
- Verificare lo stato dell'RF Coil
- Verificare allineamento torcia per visione XL/RAD
- Pulizia o sostituzione finestre visione XL/RAD
- Calibrazione lunghezze d'onda

Manutenzione preventiva e verifica funzionale relativa ai singoli moduli

Modulo CHILLER (ove presente)

Manutenzione

- Verificare livello liquido raffreddamento
- Sostituzione completa liquido raffreddamento se necessaria
- Pulizia filtri aria
- Pulizia filtro acqua esterno (se presente)
- Pulizia filtro acqua interno (se presente)
- Verificare corretta impostazione della temperatura

Modulo Autocampionatore

Manutenzione

- Verificare che il percorso di aspirazione si riempra completamente all'avvio
- Verificare la lubrificazione e la libertà di movimento di tutte le parti meccaniche in movimento
- Verificare centratura posizioni
- Verificare probe aspirazione campione

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 12
Spettrometria a emissione ICP-OES (ICP - Optical Emission Spectrometer)

- Verificare funzionamento pompa peristaltica di lavaggio puntale (ove presente)

Verifica funzionale

- Verifica della funzionalità della parte ottica (lenti)
- Verificare che la risoluzione misurata per i vari elementi risponda alle specifiche strumentali-calibrazione
- Verificare la sensibilità dello strumento come lettura in area o altezza di picco,
- Verificare il *BEC* (*background equivalent concentrations*) per almeno 1 isotopo (es Mn) in visione RAD e confrontarlo con quanto riportato nel manuale dello strumento
- Verificare il *BEC* per almeno 1 isotopo (es Mn) in visione XL e confrontarlo con quanto riportato nel manuale dello strumento

$$BEC = \frac{IB}{IS} \times C(mg/L)$$

Dove:

IB= Intensità del bianco

IS= Intensità del segnale prodotto dallo standard

C= concentrazione in mg/l dello standard

- Verificare che il coefficiente di variazione percentuale (CV% test) con almeno 10 repliche di lettura dello stesso isotopo (es Mn) corrisponda a quanto riportato nelle specifiche strumentali allegata al manuale dello strumento (verifica della ripetibilità)



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 13

Spettrometria plasma ad accoppiamento induttivo - Massa (ICP Massa)

Verifiche preliminari

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Verifica se vi sono danni visivi (se sì, descrivere quali)

Manutenzione preventiva generale dello strumento

- Controllare la tensione di alimentazione
- Verificare le connessioni dei gas a valle del riduttore di pressione, per ciò che riguarda lo strumento
- Verificare il funzionamento e la pulizia di tutte le ventole interne di raffreddamento del sistema
- Verificare la funzionalità delle aspirazioni dal vano torcia e dal vano pompe/generatore
- Verificare funzionamento sicurezze relative al plasma e alla RF
- Pulizia del sistema di introduzione del campione (flush del percorso liquido)
- Verifica dello stato delle pompe rotative e sostituzione dell'olio se necessario
- Verifica dello stato delle pompe turbo-molecolari e sostituzione dell'olio se necessario
- Verificare lo stato della pompa peristaltica
- Verificare stato tubi pompa peristaltica-campione/scarico
- Verificare condizioni della torcia in quarzo e/o parti del supporto torcia Eventuale sostituzione *o-ring*
- Verificare lo stato del nebulizzatore in uso Eventuale sostituzione *o-ring*
- Pulizia spray chamber
- Controllo dei coni e dell'interfaccia ed eventuale sostituzione *o-ring*
- Verificare lo stato dell'RF *Coil* e tubi plastici all'interno del *cabinet* della torcia
- Verifica gas/pressioni/parte pneumatica

Manutenzione preventiva e verifica funzionale relativa ai singoli moduli

Modulo CHILLER (ove presente)

Manutenzione

- Verificare livello liquido raffreddamento
- Sostituzione completa liquido raffreddamento se necessaria
- Pulizia filtri aria
- Pulizia filtro acqua esterno (se presente)
- Pulizia filtro acqua interno (se presente)
- Verificare corretta impostazione della temperatura

Modulo Autocampionatore

Manutenzione

- Verificare che il percorso di aspirazione si riempia completamente all'avvio
- Verificare la lubrificazione e la libertà di movimento di tutte le parti meccaniche in movimento
- Verificare centratura posizioni
- Verificare probe aspirazione campione
- Verificare funzionamento pompa peristaltica di lavaggio puntale (ove presente)

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 13
Spettrometria plasma ad accoppiamento induttivo - Massa
(ICP Massa)

Verifica funzionale

- Verifica della funzionalità della parte ottica (lenti)
- Verificare che la risoluzione misurata per i vari elementi risponda alle specifiche strumentali - calibrazione risoluzione
- Verificare che il posizionamento sulla massa dell'elemento risponda alle specifiche strumentali – calibrazione numero di massa
- Verificare la sensibilità dello strumento come lettura in area o altezza di picco
- Verificare che la quantità di ossidi misurati come rapporto CeO/Ce sia inferiore alle specifiche tecniche riportate nel manuale dello strumento dalla ditta produttrice
- Verificare che il coefficiente di variazione percentuale (CV%) calcolato almeno su 5 letture di almeno 3 sec dello stesso isotopo corrisponda a quanto definito nelle specifiche strumentali allegata al manuale dello strumento (verifica della ripetibilità con almeno 3 isotopi diversi)



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 14

Spettroscopia infrarossa (FT-IR)

Manutenzione preventiva dello strumento

Lista di controllo

- Verifica conformità condizioni ambientali
- Verifica sistemi sicurezza
- Danni visivi (se sì, descrivere)
- Verificare l'integrità dell'involucro e delle parti dell'apparecchio
- Verificare l'integrità di spie e comandi
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di connessione alla rete elettrica (spine, cavi, connettori ecc)
- Verifica dell'integrità dei dispositivi di parti applicate, se presenti
- Verifica silenziosità ventole
- Pulire l'interno e l'esterno degli strumenti
- Verificare la sigillatura ottica e la presenza di condensa
- Controllare la tensione di alimentazione
- Pulire tutte le ventole e tutti i filtri
- Verificare i collegamenti elettrici/pneumatici e idraulici fra i moduli
- Controllare se ci sono perdite
- Verificare la pulizia del vano campioni
- Verificare la pulizia delle finestre del vano campione
- Rimuovere la polvere o sporcizia delle schede elettroniche

Manutenzione preventiva accessori

Microscopio

- Stato dell'ottica ed eventuale pulizia
- Qualità dell'immagine visibile
- Funzionalità dello *stage* portacampioni

Autosampler/Sipper

- Verifica dell'inizializzazione
- Verifica di ripetibilità

ATR (*Uatr Hatr* ecc)

- Stato dell'ottica ed eventuale pulizia

RIFLETTANZA (*Diffusa, Speculare* ecc.)

- Stato dell'ottica ed eventuale pulizia

Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 14
Spettroscopia infrarossa (FT-IR)

Verifica delle seguenti condizioni di buon funzionamento dello strumento

- Verificare l'efficienza delle sorgenti IR e laser
- Verificare la data cambio/rigenerazione degli essicanti e l'umidità nel vano ottico
- Verificare il segnale e l'eventuale fase del laser
- Verificare l'allineamento e le calibrazioni interferometro
- Verificare il valore di energia IR
- Verificare l'ampiezza dell'interferogramma
- Verifica *background* strumentale
- Verifica accuratezza lunghezza d'onda
- Verifica capacità di risoluzione strumentale
- Verifica stabilità linea di base
- Verifica rapporto segnale/rumore

Verifica di buon funzionamento degli accessori

Microscopio

- Energia IR (trasmissione, riflessione, ATR)
- Rapporto segnale disturbo in trasmissione
- Linearità (*cut-off*)

Autosampler/Sipper

- Rapporto segnale disturbo Linearità (*cut-off*) solo MCT *detector*

ATR (Uatr Hatr ecc.)

- Energia IR
- Forma del *background*
- Rapporto segnale disturbo

Riflettanza (Diffusa, Speculare ecc.)

- Energia IR
- Forma del *background*
- Rapporto segnale disturbo



Protocollo di manutenzione preventiva e verifica funzionale – 15

Verifica di sicurezza elettrica

Protocollo generale per la verifica di sicurezza elettrica delle apparecchiature secondo quanto previsto dalle norme CEI 62.5, CEI 66-5, CEI 74-2 e CEI EN 61010-1

Controlli visivi

- Controllo integrità delle parti presenti
- Controllo spine/prese
- Controllo cavo di alimentazione
- Controllo blocca cavo/passacavo
- Controllo fusibili/separatori di circuito
- Controllo targa apparecchio
- Controllo serigrafie dei dispositivi di comando/spie
- Controllo cavi ausiliari
- Controllo adattatori/connettori
- Controllo trasduttori
- Controllo filtri
- Controllo motore/pompa/ventola/compressore
- Documentazione

Verifiche elettriche (verifica delle correnti di dispersione)

Eeguire la prova con un analizzatore automatico di sicurezza elettrica o misuratore di correnti di dispersione: allegare report delle misure

Le misure multiple di dispersione dovranno essere eseguite sulle diverse parti dell'apparecchio o componenti del sistema in prova

