

Centro Ricerche Sotacarbo



Descrizione storica e dell'edificio

Il Centro Ricerche Sotacarbo è ubicato nell'ex Miniera di Serbariu, oggi inglobata nella cerchia periferica che è cresciuta attorno alla cittadina di Carbonia.

L'aspetto dell'intera area, oggi ristrutturata con un intervento di recupero nell'anno 2000, si presenta in buono stato di conservazione, così come il fabbricato sede del Centro Ricerche, i cui lavori furono ultimati nel 2006. Il Centro Ricerche Sotacarbo era, in origine, un Magazzino Materiali posto a servizio della Miniera di Serbariu, di proprietà dell'A.Ca.I. (Azienda Carboni Italiana), che sfruttava il bacino carbonifero del Sulcis. L'A.Ca.I., inizialmente, incentrò il suo interesse soprattutto nella miniera di BacuAbis, ma, tra il 1936 e il 1937, dette inizio ad un organico programma di ricerche, che portò alla scoperta dell'enorme ricchezza carbonifera di tutto il sottosuolo sulcitano e, in particolare, all'individuazione del vasto giacimento di Serbariu. Nel 1937 si intrapresero i lavori nella miniera di Seruci, Cortoghiana e NuraxiFigus e, con particolare intensità, nel cantiere di Serbariu che, oltre alla consistenza del giacimento, godeva della vicinanza del porto di Sant'Antioco, dal quale il carbone veniva spedito. Con queste previsioni si progettò un grande cantiere servito da due pozzi di estrazione profondi 100 m, dai quali si ripartivano lunghe gallerie che ne consentivano la coltivazione. In risposta all'ingente produzione dei pozzi, il cantiere fu presto dotato di altre importanti strutture dalle robuste ossature in cemento armato, come la grande centrale elettrica, gli uffici, le officine, la lampisteria, una modernissima laveria in grado di sostenere la produzione anche delle altre miniere, e una linea ferroviaria diretta al porto di Sant'Antioco. Nel 1940 le strutture del cantiere di Serbariu potevano dirsi concluse; vi lavoravano oltre tre mila minatori, numerosi addetti ai trasporti e alle officine e tutti gli impianti erano pronti a marciare a pieno regime. Nel 1943, con il precipitare della situazione militare e di quella economica, le produzioni di carbone registrarono una gravissima flessione produttiva, dovuta non solo alla forte diminuzione delle unità lavorative, in seguito alla chiamata alle armi, ma anche e soprattutto per la condizione di totale isolamento dell'industria carbonifera sarda, in seguito al bombardamento del porto di Sant'Antioco che aveva causato la chiusura del commercio con la penisola e, quindi, impedito l'approvvigionamento dei materiali indispensabili ai cantieri. La situazione che si presentò

immediatamente dopo la cessazione della Grande Guerra fu desolante: la miniera di Serbariu era rimasta per due anni senza alcuna manutenzione, il carbone fermo nel porto di Sant'Antioco era entrato in autocombustione e lo Stato, per evitare il definitivo smantellamento delle miniere carbonifere, si assunse direttamente gli oneri concernenti l'attività produttiva, attraverso l'Alto Commissariato per la Sardegna. Negli anni Sessanta l'attività venne interrotta in quasi tutti i cantieri carboniferi, a eccezione di quello di Serbariu e di Seruci. Nel 1964, col passaggio della Carbosarda all'ENEL, ente privo di qualunque vocazione mineraria, si verificò il passo finale della politica di smobilitazione del bacino carbonifero che, oltre al tracollo delle miniere di carbone, causò la crisi economica e sociale della città di Carbonia. Successivamente, sia i terreni sia gli immobili dei cantieri in disuso passarono alla S.M.C.S. e, in seguito, all'Amministrazione Comunale.

L'edificio oggi sede del Centro Ricerche Sotacarbo, realizzato fra il 1938 ed il 1939, era adibito a Magazzino Materiali; fu ampliato nella corte interna negli anni '50 con tre campate di nuovi locali-magazzini. Originariamente, esso era costituito da un prospetto principale in trachite faccia a vista e un grande portale in ferro che immetteva in un largo corridoio. Questo conduceva ad una corte interna, i cui prospetti furono realizzati, rispettivamente, tutto in muratura di trachite faccia a vista quello principale in cui vi è l'uscita, con sola zoccolatura in trachite e con la medesima scansione delle finestre dei prospetti esterni.

Lo schema volumetrico e strutturale dei tre padiglioni è analogo: la copertura era irrimediabilmente degradata, a due falde uguali con linee di gronda parallele ai lati lunghi, impostate a circa otto metri di altezza dal piano di campagna. Un lucernaio a nastro continuo, anch'esso a doppia falda, che sporge sulla sommità del tetto, garantiva un'ottimale illuminazione dei grandi ambienti di lavoro interni e, soprattutto, ne assicurava l'aerazione naturale, funzionando da estrattore. Dal punto di vista costruttivo la copertura rappresenta, per l'epoca, l'elemento con il maggior grado di innovazione tecnologica. Infatti, la struttura che la sostiene è costituita da una serie di travi reticolari triangolari in cemento armato, a sezione sottile, di luce di 13 e 16 metri, realizzate a piè d'opera e successivamente montate con interasse costante di circa 3 metri. Si tratta di una scelta strutturale di grande fascino, che risolve la necessità di superare i limiti associati all'impiego delle tradizionali palladiane lignee, senza peraltro far ricorso a strutture metalliche, in accordo con le restrizioni imposte in regime di autarchia. Inoltre, gli impalcati di falda, estremamente leggeri, erano realizzati con tavelloni in laterizio e barre lisce di armatura ordite fra le travi principali, secondo il brevetto Perret, mentre il manto di copertura era costituito con tegole marsigliesi posate su un massetto in calcestruzzo alleggerito. Nell'anno 2000 l'edificio appariva notevolmente degradato nelle strutture e nelle finiture a causa dello stato di abbandono ed era parzialmente utilizzato come officina e magazzino da privati. Decisa la ristrutturazione, la scelta progettuale fu improntata nel rispetto dell'importante valore di testimonianza storica, di archeologia industriale e di luogo del lavoro che il complesso possiede in modo da rendere il progetto il più possibile funzionale ed adeguato al Centro di Ricerche.

Descrizione struttura e impianti

L'edificio attualmente occupa un'area approssimabile a un rettangolo di 50 x 54 m di lato che si sviluppa attorno ad una corte interna di circa 29 x 30 m, al cui interno, i due lati maggiori sono collegati da una più recente struttura. Le ali con tetto a falda sono caratterizzate da copertura a due falde uguali con linee di gronda parallele ai lati lunghi, impostate a circa sei metri di altezza dal piano di campagna. Sono presenti dei lucernai, anch'essi a doppia falda, che sporgono sulla sommità del tetto, che originariamente garantivano un'ottimale illuminazione dei grandi ambienti di lavoro interni e ne assicuravano l'aerazione naturale, funzionando da estrattore, mentre oggi hanno perso la loro natura funzionale, essendo completamente chiusi da una lamiera grecata. Sulla base della destinazione d'uso delle diverse parti dell'edificio del Centro Ricerche Sotacarbo, possono essere distinti tre blocchi. Un primo blocco costituito

dall'edificio principale, su cui è stato eseguito l'intervento di ristrutturazione, con locali adibiti a uffici, laboratori, archivio e sale riunioni e conferenze. Un secondo blocco costituito dal locale di nuova costruzione, adibito a officina meccanica. Un terzo blocco che comprende le aree aperte, quali l'area della Piattaforma Pilota, che alloggia gli impianti sperimentali e i services a essa collegati, i parcheggi e le aree di accesso e verdi. La struttura esistente è stata collegata a un'officina, realizzata ex-novo in calcestruzzo armato prefabbricato, mediante un corridoio che immette sull'ala destra in un passaggio dal quale si dipartono i laboratori fisico - chimici; specularmente, nell'ala sinistra si trovano gli uffici, mentre nel corpo centrale, sul prospetto principale, sono stati dislocati, i servizi, la sala d'attesa e di ristoro, la portineria, gli uffici di direzione e presidenza, le segreterie, l'archivio tecnico e amministrativo. Simmetricamente, nella parte opposta, vi sono gli ambienti destinati ad archivi o alla preparazione dei provini per l'analisi termica. Nella corte interna si trova l'Auditorium, che può ospitare circa 100 persone, con relativi servizi, una sala espositiva, una sala riunioni, il tutto circondato da una piccola area verde. La struttura dell'auditorium è stata realizzata con pilastri in cemento armato a vista, tamponata con muratura a cassetta di mattoni faccia vista, copertura ventilata in tegole canadesi ramate poggianti su travi in legno lamellare e lamiera grecata. I servizi attigui sono stati progettati e realizzati applicando la normativa sull'abbattimento delle barriere architettoniche. Un percorso coperto, lateralmente trasparente, realizzato in profilato di ferro e vetro, le cui pareti poggiano su un muretto in laterizio collega l'auditorium, la sala espositiva e la sala riunioni al corridoio d'ingresso. Queste ultime sono anch'esse dotate di una struttura in cemento armato con tamponamento in muratura a cassetta di mattoni faccia vista, la copertura ventilata in tegole canadesi ramate poggia su travi in legno lamellare, infissi in ferro, pavimenti in graniglia di marmo. Per quanto riguarda la distribuzione interna, gli uffici sono realizzati a doppia altezza, con un soppalcato nella parte in aderenza al muro esterno posto a un'altezza di 2,5 m dalla quota pavimento, che copre i 2/3 della superficie, e con una parte del pavimento trasparente per dar luce allo spazio sottostante; il soppalco è raggiunto per mezzo di scale interne a "L" in ferro, parallele alla muratura del corridoio interno. Il prospetto principale ha tre portali in ferro: quello centrale immette in un ampio corridoio, sul quale si aprono i percorsi laterali e unisce il verde esterno al piccolo giardino interno che circonda l'auditorium, la sala esposizione, la sala riunioni. I due portali laterali immettono, rispettivamente, sui corridoi uffici e laboratori. L'involucro esterno può essere schematicamente suddiviso in testate e pareti laterali. In ogni testata libera è posizionata un'unica, ampia apertura rettangolare, tripartita per mezzo di un telaio in cemento armato a sostegno dei portoni di ingresso alti circa quattro metri. Le pareti laterali sono contraddistinte da tre differenti elementi: un telaio in cemento armato, con tre ordini di travi, che costituisce la struttura portante delle reticolari di copertura; una muratura di tamponamento spessa circa settanta centimetri, a doppio paramento di bozze irregolari di trachite, apparecchiata secondo le modalità tipiche della tradizione costruttiva sarda, con scaglie di rinzeppatura e allettamento misto di terra e calce, intonacata sia all'interno sia all'esterno; un sistema di aperture inserite all'interno dei moduli del telaio resistente, di forma rettangolare con altezza pari a circa un terzo della base. Durante le opere di recupero è stato modificato l'assetto distributivo interno, introducendo un piano di calpestio aggiuntivo alla quota di 3,50 metri dal piano di campagna. La struttura che sostiene la copertura è costituita da una serie di travi reticolari triangolari in cemento armato, a sezione sottile, di luce di 13 metri circa, realizzate a piè d'opera e successivamente montate con interasse costante di circa 3 metri. Le coperture delle porzioni di fabbricato centrali sono piane e realizzate in latero-cemento su orditura di travi incrociate in cemento armato. Le sale espositive e l'auditorium risalgono all'intervento di ristrutturazione iniziato nel 2002. La copertura di questi nuovi spazi è di concezione più moderna. Presentano una struttura portante in legno lamellare di varie sezioni con un pacchetto di copertura costituito da un tavolato di 2 cm di abete rosso con profili a incastro, uno strato di 4 cm di sughero, una camera d'aria di 4 cm, uno strato di 2 cm di abete rosso con profili a incastro e infine un doppio strato di tegole bituminose di tipo canadese. Gli attraversamenti che collegano la struttura originale con le sale espositive e l'auditorium sono realizzati con pannelli sandwich. Le pareti laterali sono costituite da differenti elementi. Anzitutto una muratura portante, che si è supposto, data la tipologia delle strutture vicine, spessa 60 centimetri nei prospetti nord-est e sud-ovest, a doppio paramento

di bozze irregolari di trachite, apparecchiata secondo le modalità tipiche della tradizione costruttiva sarda, con scaglie di rinzeppatura e allettamento misto di terra e calce, intonacata sia all'interno sia all'esterno. Nel prospetto nord-ovest il muro in trachite è di spessore pari a 50 centimetri e intonacato solo nella parte interna e a vista verso l'esterno. La muratura a sud-est, sempre in trachite, risalente all'intervento di ristrutturazione è invece realizzata in laterizio porizzato e ha spessore comprensivo di intonaco interno ed esterno pari a 30 centimetri. I prospetti che si affacciano verso la corte interna, nuovamente in trachite, hanno spessore compreso tra i 50 e i 55 centimetri comprensivi di intonaco interno ed esterno. La muratura dei volumi di più recente edificazione è costituita da un mattone in cotto faccia a vista di dodici centimetri verso l'esterno, uno strato d'aria di 4 centimetri circa, uno strato di polistirene espanso estruso di 4 centimetri, uno strato di mattone forato da 8 centimetri e uno strato di intonaco premiscelato di gesso da un centimetro e mezzo verso l'interno. Gli infissi sono costituiti da un telaio in legno e vetro singolo nel prospetto a nord-est e sud-ovest, mentre nel prospetto nord-ovest sono presenti delle finestrate a telaio fisso metallico e vetro singolo e delle finestre con telaio in legno e vetro singolo e dei portoni metallici sormontati da un lucernario con telaio metallico e vetro. Nel prospetto sud-ovest sono presenti delle finestre non apribili con telaio metallico e vetro singolo e dei portoni metallici della stessa tipologia di quelli del prospetto nord-ovest. Nelle porzioni di fabbricato con copertura a due falde è stato realizzato, nella stessa direzione della linea di colmo della copertura, un soppalco in orsogrill calpestabile sorretto da una struttura portante in acciaio che sormonta il corridoio. I volumi del sottotetto sono separati dai volumi sottostanti attraverso un controsoffitto in cartongesso costituito da moduli 60 x 60 cm.

I principali impianti di servizio di cui l'edificio è dotato sono i seguenti:

- Illuminazione;
- Climatizzazione invernale e estiva;
- Acqua Calda Sanitaria (ACS).

L'illuminazione degli ambienti viene effettuata attraverso centri illuminanti dotati di lampade a fluorescenza e a led di dimensione e potenze unitarie differenti in base al flusso luminoso necessario per garantire il giusto livello di illuminamento sul piano di lavoro degli ambienti in base alla loro dimensione e destinazione d'uso. L'impianto di ACS è costituito da tre scaldacqua elettrici installati in corrispondenza dei bagni, aventi ciascuno potenza nominale di 1,5 kW e capacità di accumulo di 50 litri. L'edificio è dotato di un impianto di climatizzazione del tipo misto con aria primaria e ventilconvettori. La produzione termica è garantita da una coppia di pompe di calore uguali alimentate da energia elettrica di tipologia aria-acqua, alloggiata all'esterno dell'edificio. I terminali del circuito idronico sono dei ventilconvettori ubicati in ciascun locale destinato ad ufficio o laboratorio, in aderenza all'intradosso del controsoffitto, a un'altezza di 5 m dalla quota pavimento. È presente inoltre un impianto di aria primaria, attualmente non funzionante, che permette il ricambio dell'aria all'interno degli ambienti. L'impianto è dotato di quattro termoventilanti, installate nel controsoffitto, poste a servizio di laboratori e uffici, e una, sistemata sulla copertura dell'edificio, dedicata all'auditorium. Il sistema di distribuzione dell'aria primaria negli ambienti è costituito da canali e diffusori per la mandata e la ripresa, mentre distribuzione e ripresa dell'aria dall'auditorium avviene tramite un sistema di canali e diffusori opportunamente dedicati. L'impianto di ripresa non è dotato di sistemi di recupero termico.

Parametri di performance generale

classe energetica attuale (APE)	Valore EPGI_nren (stato attuale)	Valore EPGI_lim (valore di riferimento)
------------------------------------	-------------------------------------	--

B	203,77	159,85
----------	--------	--------

Performance struttura esterna

Giudizio qualitativo sulla efficienza dell'involucro		Giudizio qualitativo sulla conservazione dell'involucro	
sufficiente		mediocre	

Performance impianti

Giudizio qualitativo sulla efficienza degli impianti		Giudizio qualitativo sulla conservazione degli impianti	
buono		sufficiente/buono	

Fonti energetiche

riscaldamento	raffrescamento	illuminazione	ACS
Elettricità di rete	Elettricità di rete	Elettricità di rete	Elettricità di rete/GPL

Valutazione del comfort

Il monitoraggio microclimatico è stato effettuato nell'area del Centro Ricerche maggiormente utilizzata, ospitante gli uffici. Gran parte dei locali, collegati tra loro da un corridoio, è a doppia altezza e comprende piano terra e soppalco. Le superfici finestrate e i ventilconvettori sono posizionati nell'area soppalcata. Questo aspetto determina maggiori criticità nel periodo invernale per quanto riguarda il benessere termico. Le misure sono state effettuate nelle reali condizioni operative degli ambienti, con impianto di condizionamento acceso, dal lunedì al venerdì, nella fascia oraria lavorativa 08:00 – 18:30. La qualità dell'aria all'interno degli ambienti, in termini di concentrazione di CO₂ è da considerarsi buona, registrando valori quasi sempre al di sotto dei 1000 ppm. A seguito del monitoraggio è stata valutata anche la temperatura interna media percepita in due periodi:

Periodo estivo – Maggio-Luglio 2015

Comfort estivo	
	Temperatura media percepita
	25 °C

Periodo invernale – Dicembre 2016, Gennaio –Febbraio 2017

Comfort invernale

	Temperatura media percepita
	20 °C

Proposte per la riqualificazione dell'edificio

Gli interventi di retrofit proposti riguardano:

- l'utilizzo di una sola delle due pompe per l'impianto di riscaldamento/climatizzazione estiva
- l'inserimento di impianto fotovoltaico

N.	Descrizione intervento	Costo intervento [€]	Tempo di ritorno dell'investimento [anni]	Miglioramento Epgl [%]
1	Intervento su impianti di climatizzazione	-	0,6	8%
2	Intervento su fonti rinnovabili	-	10,4	15%

Altri interventi:

- Sostituzione di tutti i centri illuminanti interni attuali, dotati di lampade fluorescenti, con nuovi apparecchi dotati di lampade a LED (Light-EmittingDiode)- intervento già realizzato:
l'intervento ha previsto la sostituzione dei centri illuminanti esistenti con sistemi dotati di lampade a LED. La potenza delle lampade attualmente installate è pari a 13.778 W con un utilizzo medio annuo di 2.000 h, a cui corrisponde un'energia richiesta di 27.556 kWh. La sostituzione dei 219 centri illuminanti attuali con dispositivi dotati di lampade LED e le nuove installazioni (pari a 28 centri illuminanti) portano la potenza installata a 7.924 W e l'energia richiesta a 15.848 kWh/anno. Questo determina pertanto una riduzione di 11.708 kWh ogni anno, pari al 6,3% del consumo annuo del 2017.
- Sostituzione del controsoffitto in cartongesso esistente con un controsoffitto in pannelli termoisolanti:
l'intervento riguarda la coibentazione del controsoffitto, che separa gli ambienti climatizzati dal sottotetto, attualmente costituito da pannelli in cartongesso, che verrebbe sostituito con pannelli stratificati isolanti, sia dal punto di vista termico sia acustico. La riduzione della trasmittanza termica conseguente alla sostituzione del componente determina una riduzione dei consumi energetici necessari per la climatizzazione degli ambienti. Inoltre, in inverno il nuovo controsoffitto si mantiene a una temperatura maggiore rispetto a quanto accade attualmente, determinando pertanto una riduzione dell'irraggiamento negativo che attualmente produce una condizione di discomfort agli occupanti.
- Implementazione e sostituzione degli infissi esterni esistenti:
Il Centro ricerche presenta diverse tipologie di infissi esterni, i quali, installati a inizio anni 2000 durante l'intervento di ristrutturazione effettuato, richiamano nella configurazione estetica quelli originari. La tipologia degli infissi attualmente presenti nella struttura determinano elevati consumi di energia, in quanto il vetro singolo e il telaio in acciaio (senza taglio termico) determinano valori elevati della trasmittanza termica. Inoltre, la presenza di vetri non bassoemissivi non ostacola l'ingresso in ambiente della radiazione solare, producendo pertanto un ulteriore incremento dei carichi termici gravanti sull'edificio.

Da tutto ciò scaturiscono elevati costi di esercizio per il riscaldamento ed il raffrescamento dell'edificio nelle diverse stagioni dell'anno. Infine le scarse caratteristiche di isolamento termico da parte degli infissi presenti determina un maggiore effetto radiante (negativo in inverno e positivo d'estate) gravante sugli occupanti, con conseguente riduzione del comfort termico. Per ridurre dispersioni e carichi termici attraverso gli infissi sono stati previsti diversi tipi di intervento di sostituzione:

- a. Sostituzione con vetrocamera delle superfici trasparenti degli infissi dotati di telaio in legno e vetro singolo;
 - b. Sostituzione completa degli infissi dotati di telaio in acciaio e vetro singolo con nuovi infissi aventi telaio in acciaio e vetrocamera;
 - c. Installazione in serie agli infissi esistenti dotati di telaio in acciaio e vetro singolo retinato di un nuovo infisso dotato di vetrocamera e telaio in acciaio.
- Installazione di un impianto solare fotovoltaico grid-connected per la produzione di energia elettrica:
l'impianto sarà realizzato con pannelli fotovoltaici in silicio policristallino e sarà installato sulle parti piane della copertura del corpo principale e sulle due falde della copertura dell'officina. La conformazione delle superfici di posa avverrà sulla copertura anteriore e posteriore del corpo principale e sulle due falde della copertura dell'officina. L'energia prodotta dall'impianto sarà principalmente destinata a soddisfare i fabbisogni della struttura. L'impianto sarà del tipo *grid-connected*, costituito da 324 moduli in silicio policristallino con potenza nominale di 270 Wp ciascuno ed estensione totale di 518 m², e da 4 inverter. La potenza totale è pari a 87,48 kWp, da cui si determina una produzione di energia di circa 116.000 kWh/anno
 - Installazione di un sistema di accumulo elettrico:
l'utilizzo di un accumulo elettrico consentirà di limitare il mismatching tra produzione dell'impianto fotovoltaico e la richiesta da parte delle utenze, aumentando l'autoconsumo. Verrà utilizzata la modalità power-to-power (con batterie) che converte l'energia elettrica in energia meccanica o chimica, l'accumula e poi la riconverte in energia elettrica.
 - Impianto di recupero calore dell'impianto aria primaria per la climatizzazione:
l'intervento riguarda l'installazione di un sistema impiantistico per il recupero del calore residuo dell'aria primaria. La modifica impiantistica proposta prevede la realizzazione di una rete aeraulica di ripresa che convoglia l'aria prelevata verso diverse unità di recupero di calore a flussi incrociati recuperando una parte del calore. L'efficienza media di recupero dell'unità è pari a circa il 65%.
 - Sostituzione della pompa di calore aria-acqua esistente con un sistema acqua-acqua accoppiato con sonda geotermica:
è stata valutata la sostituzione dell'esistente pompa di calore reversibile del tipo aria-acqua con una pompa di calore reversibile del tipo acqua-acqua accoppiata con una sonda geotermica (verticale annegata nel terreno oppure ad acqua di falda).