

CARBON FOOTPRINT DI UNA STAZIONE SCIISTICA

Empreinte Carbone d'une station de ski



QUANDO SPORT E AMBIENTE SI INCONTRANO

Quand le sport et l'environnement se rencontrent

PREMESSA

Prémisse

La presente guida racconta con dati e infografiche i consumi energetici dell'innevamento tecnico in una stazione sciistica con l'obiettivo di sensibilizzare gli sportivi e gli operatori verso comportamenti più virtuosi e green nel lungo periodo.

L'energia e la risorsa acqua sono stati trattati nel progetto Interreg Alcotra ALPIMED CLIMA dalla Camera di Commercio di Cuneo con la collaborazione tecnica del Politecnico di Torino e del Csi - Centro Servizi per l'Industria di Cuneo, gestore di Cuneo Neve con sperimentazioni e risultati interessanti.

Le guide illustre, à l'aide de données et d'infographies, la consommation énergétique de l'enneigement artificiel d'une station de ski, dans le but de sensibiliser les sportifs et les exploitants à des comportements plus vertueux et écologiques sur le long terme. Les ressources énergétiques et hydriques ont été traitées dans le cadre du projet projet Interreg Alcotra ALPIMED CLIMA de la Chambre de Commerce de Cuneo avec la collaboration technique de l'École Politechnico di Torino et du CSI - Centro Servizi per l'Industria, gestionnaire de Cuneo Neve, avec des expériences et des résultats intéressants.

IL PROGETTO

Le Projet

Il Piter ALPIMED è un Piano Integrato per le zone rurali di montagna delle Alpi del Mediterraneo, che mira a connettere e incoraggiare le pratiche sostenibili. Il progetto coinvolge i territori della provincia di Cuneo, di Imperia e del dipartimento delle Alpi Marittime con capofila la Métropole Nice Côte d'Azur (MNCA) che coordina questo piano. All'interno del PITER Alpimed - con i progetti singoli INNOV e CLIMA - la Camera di Commercio di Cuneo ha sostenuto delle sperimentazioni sull'efficienza energetica delle stazioni sciistiche, con la collaborazione tecnica del Politecnico di Torino - DIATI e di CSI - Centro Servizi per l'Industria che hanno sviluppato e sperimentato nei comprensori di Limone Piemonte e di Prato Nevoso alcune tecnologie per ridurre i consumi energetici nella battitura delle piste e nell'innevamento programmato.

Una metodologia basata sull'elaborazione di immagini da drone ha permesso di mappare lo spessore di neve sulle piste con una precisione dei 5 cm: grazie a questa mappatura è possibile, ad esempio, ottimizzare la produzione di neve tecnica sulla base delle reali esigenze.

È stato inoltre sviluppato un sistema di tracciamento con ricevitori GNSS a basso costo, che permette di ricostruire lo spessore del manto nevoso a partire da dati acquisiti a bordo del mezzo battipista, ottimizzando quindi la battitura della pista e riducendo i consumi di gasolio.

Infine, è stato sviluppato un datalogger di potenza elettrica e sono stati sperimentati misuratori di portata ad ultrasuoni per poter effettuare degli audit su vecchie macchine di produzione della neve tecnica (ventole e aste) che sono ancora sprovvisti di questi sistemi di misura, per poter valutare una loro eventuale sostituzione.

Le PITER ALPIMED est un Plan Intégré pour les zones rurales de montagne dans les Alpes de la Méditerranée, qui vise à connecter et à encourager les pratiques durables. Le projet implique les territoires de la Province de Cuneo, d'Imperia et du département des Alpes-Maritimes avec pour chef de file la Métropole Nice Côte d'Azur (MNCA) qui coordonne ce plan.

Dans le cadre du PITER Alpimed - avec les projets simples INNOV et CLIMA - la Chambre de Commerce de Cuneo a soutenu des expérimentations sur l'efficacité énergétique dans les stations de ski, avec la collaboration technique de l'école Politechnico di Torino - DIATI et CSI - Centre Services pour l'Industrie, qui ont développé et expérimenté dans les stations de ski de Limone Piemonte et Prato Nevoso certaines technologies pour réduire la consommation d'énergie dans le damage des pistes et l'enneigement artificiel.

Une méthodologie basée sur le traitement d'images par drones a permis de cartographier l'épaisseur de la neige sur les pistes avec une précision de 5 cm : grâce à cette cartographie, il est possible, par exemple, d'optimiser la production de neige de culture en fonction des besoins réels.

Un système de suivi par récepteur GNSS à faible coût a également été développé, ce qui permet de reconstituer l'épaisseur du manteau neigeux directement à bord de la dameuse, optimisant ainsi le damage et réduisant la consommation de gazole.

Enfin, un enregistreur de mesures de puissance électrique a été développé et des mesureurs de portée à ultrasons ont été expérimentés afin de réaliser des audits sur les anciens équipements de production de neige de culture (ventilateurs et perches) qui ne sont pas encore pourvus de ces systèmes de mesure, afin d'évaluer leur éventuel remplacement.



CARBON FOOTPRINT DI UNA STAZIONE SCIISTICA

Empreinte Carbone d'une station de ski

DA **3** A **12** kg **Sciatore**
De **3** À **12** CO₂ **Skieur**

Abbiamo preso i dati di consumo elettrico e di carburante di alcuni compensori, su più stagioni, dividendoli per il numero di giornalieri venduti.

Le emissioni di gas serra variano da 3 a 12 kg di CO₂ equivalente per sciatore:

Nous avons pris les données de consommation électrique et de carburant dans quelques domaines skiables durant plusieurs saisons, en les divisant par le nombre de forfaits vendus.

Les émissions de gaz à effet de serre varient d'environ 3 à 12 kg d'équivalent CO₂ par skieur.

DELLE EMISSIONI TOTALI DI CO₂

Des émissions totales de CO₂



73%

ENERGIA ELETTRICA

Énergie électrique

+



27%

GASOLIO

Gazole

EQUIVALE A PERCORRERE

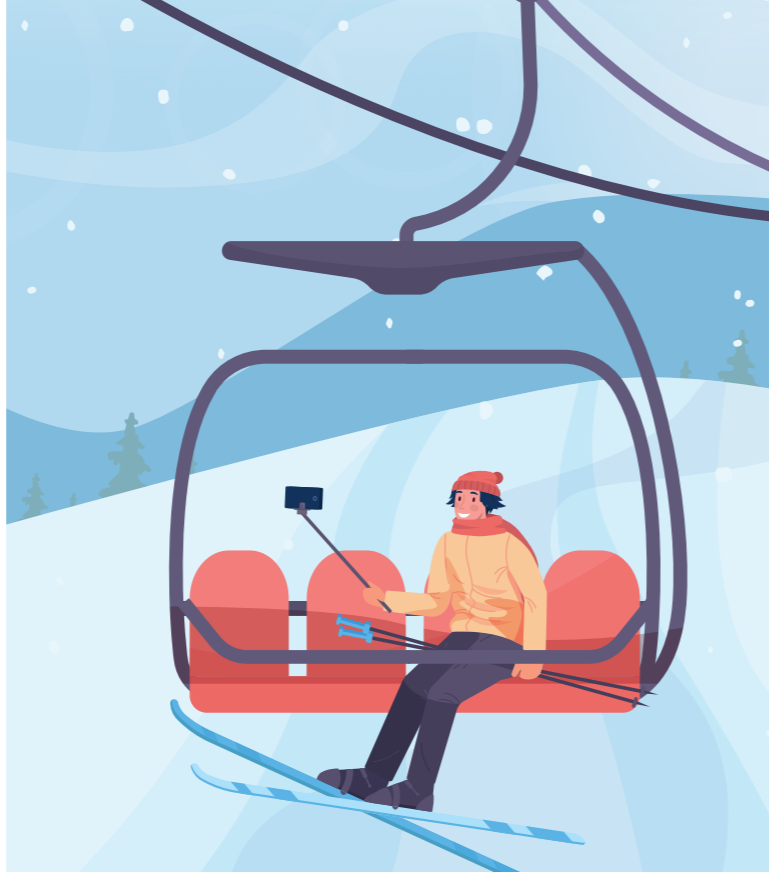
Équivaut à parcourir

25-100 km **IN AUTO**
En voiture



Principali voci di consumo energetico nelle stazioni sciistiche.

Principaux postes de consommation d'énergie dans les stations de ski.



Impianti di risalita

Remontées Mécaniques



Innevamento programmato

Enneigement Artificiel



Battitura delle piste

Damage des Pistes

Impianti di risalita

Remontées Mécaniques



COME FUNZIONA

Fonctionnement

Gli impianti di risalita sono la voce più importante di costo e di emissione di gas serra per una stazione sciistica.

Les remontées mécaniques représentent le poste de dépenses et d'émission de gaz à effet de serre le plus important pour une station de ski.

Le tipologie più diffuse sono:

Les typologies les plus courantes sont :



LO SKILIFT

Le téléski

Impiegato per lo più su piste brevi

Utilisé principalement sur les pistes courtes



LA SEGGIOVIA

Le télésiège

Impiegata su piste più lunghe

Utilisé pour les pistes plus longues



LA CABINOVIA

La télécabine

Impiegata per attraversare lunghe tratte

Utilisée pour traverser de longs tronçons de piste

POTENZA ELETTRICA ASSORBITA

Puissance électrique absorbée

 **CENTINAIA** di kW
Centaines de kW

La potenza elettrica assorbita da questi impianti è di centinaia di kW ed è:

La puissance électrique absorbée par ces installations se chiffre en centaines de kW et est :

> **Proporzionale al dislivello superato (in misura minore) e alla lunghezza del percorso**

Proportionnelle au dénivelé à surmonter (dans une moindre mesure) et à la longueur du parcours

> **Variabile a seconda della tipologia e quindi del peso: skilift < seggiovia < cabinovia**

Variable selon le type et donc du poids: téléski < télésiège < télécabine

CONSUMO

Consommation

Per ogni metro di dislivello degli impianti di risalita si consumano da 300 a 1300 kWh/anno.

Pour chaque mètre de dénivelé de remontées mécaniques, entre 300 et 1300 kWh/an sont consommés

DA **300** A **1300**
De **300** À **1300**
< ————— > kWh/anno
kWh/an

Una stazione con **70 km** di piste che vende **480 mila biglietti** ogni stagione consuma **5 GWh/anno**, come 2500 famiglie.

Une station de 70 km de pistes qui vend 480 000 billets par saison consomme 5 GWh/an, soit l'équivalent de 2500 familles.

Innevamento Programmato

Enneigement Artificiel



COME FUNZIONA Fonctionnement

L'innnevamento tecnico si basa su delle macchine che "sparano" acqua nebulizzata e aria compressa: in aria, questa miscela si trasforma in sferette di ghiaccio che precipitano al suolo formando una specie di neve. É però necessario che il clima sia sufficientemente freddo e secco (temperatura di bulbo umido inferiore a -2°C).

La neige de culture est produite par des machines qui pulvérisent de l'eau et de l'air comprimé : dans l'air, ce mélange se transforme en petites sphères de glace qui tombent au sol, formant une sorte de neige. Toutefois, le climat doit être suffisamment froid et sec (température du bulbe humide inférieure à -2°C).

Le macchine per l'innnevamento tecnico si dividono in due tipologie:

Les équipements pour l'enneigement artificiel sont divisées en deux types :

- › Le aste, più economiche ed efficienti, ma che sono installate in posizioni fisse, sono meno adattabili alle condizioni climatiche e non permettono di innevare piste larghe.

Les perches, plus économiques et plus efficaces, mais qui sont installées en position fixe, sont moins adaptables aux conditions météorologiques et ne permettent pas d'enneiger des pistes larges.

- › Le ventole, note anche come "cannoni", che possono essere spostate e garantiscono la massima adattabilità alle diverse condizioni di freddo e umidità.

Les ventilateurs, également appelés "canons", qui peuvent être déplacés et garantissent une adaptabilité maximale aux différentes conditions de froid et d'humidité.

1 mc DI NEVE TECNICA CONTIENE
De neige de culture contient



400-450
l/H₂O

1 mc di neve tecnica contiene **400-450 litri d'acqua**: quest'acqua però non viene "consumata", ma immagazzinata come neve che si scioglierà in primavera.

Anche in Francia inoltre non vengono usati additivi nella produzione di neve tecnica.

Un mètre cube de neige de culture contient 400 à 450 litres d'eau. Cependant, cette eau n'est pas "consommée", mais emmagasinée sous forme de neige qui fondra au printemps.

En Italie et en France, aucun additif n'est utilisé dans la production de neige de culture.

CONSUMO Consommation

Per produrre **1 mc di neve** servono **0.5-2 kWh** tra i consumi di aste e ventole e quelli per il pompaggio dell'acqua.

Pour produire 1 mètre cube de neige, 0.5-2 kWh sont nécessaires entre la consommation des perches et des ventilateurs et la consommation pour le pompage de l'eau.

1 mc DI NEVE
De neige **0.5-2 kWh**

Una stazione con **50 km** di piste utilizza 200mila mc di acqua all'anno e consuma **500 MWh** per la neve tecnica: come il consumo di **250 famiglie**.

Une station avec 50 km de pistes utilise 200.000 m3 d'eau par an et consomme 500 MWh pour l'enneigement artificiel: l'équivalent de la consommation de 250 familles.

Battitura delle piste

Damage des pistes

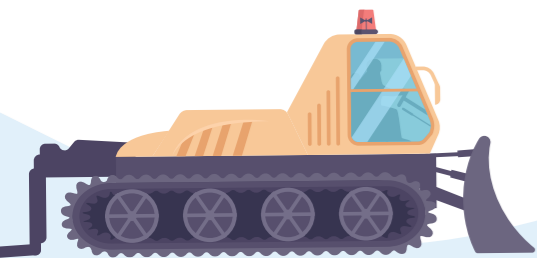
COME FUNZIONA

Fonctionnement

I mezzi battipista, detti anche "gatti delle nevi", sono dei mezzi cingolati dalle dimensioni tipiche di 9 metri di lunghezza, 6 di larghezza e motore con potenza di 500 cavalli. Spostando la neve, schiacciandola col loro peso e levigandola, rendono la pista percorribile in sicurezza. Guardando qualche filmato d'epoca è possibile apprezzare il progresso nella battitura delle piste!

Les dameuses, également appelées "chats des neiges", sont des véhicules à chenilles dont les dimensions standart sont de 9 mètres de long, 6 mètres de large et un moteur de 500 chevaux de puissance.

Elles déplacent la neige, l'écrasent de leur poids et la lissent, rendant la piste praticable en toute sécurité. En regardant des films d'époque, on peut apprécier les progrès du damage des pistes!



I mezzi battipista sono equipaggiati con una lama per spostare la neve, una fresa e un "finisher" per levigare la neve. Generalmente risalgono da apposite stradine e operano la battitura in discesa e in salita. I mezzi battipista sono dotati di un verricello per scendere e salire lungo i tratti più ripidi: senza verricello, sarebbe impossibile battere i "muri" delle piste di Coppa del Mondo, oppure le piste normali dopo una nevicata.

Les dameuses sont équipées d'une lame pour déplacer la neige, d'une fraise et d'un finisseur pour la lisser. Généralement elles remontent des pistes et effectuent le damage en descente et en montée. Les dameuses sont équipées d'un treuil pour travailler sur les sections les plus raides: sans treuil, il serait impossible de damer les "murs" des pistes de la Coupe du Monde, ou de manière générale, suite à une chute de neige.

CONSUMO

Consommation



Un mezzo battipista consuma circa **35 litri** di gasolio ogni ora.

Une dameuse consomme environ 35 litres de gazole par heure.

35 litri DI GASOLIO / OGNI ORA
Litres Gazole Par heure

Ogni stagione, si consumano **2-5 mila litri** di gasolio per **ogni km di pista** da battere: molto dipende da quanto sono difficili o larghe le piste e da quanto nevica durante la stagione.

2 à 5 000 litres de gazole sont consommés chaque saison, pour chaque kilomètre de piste à damer : cela dépend beaucoup de la difficulté ou de la largeur des pistes et de la quantité de neige tombée pendant la saison.

Mitigazione della Carbon Footprint

Réduction de l'empreinte carbone

01

ENERGIE RINNOVABILI

Énergie Renouvelable

L'utilizzo di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili è il modo più efficace per ridurre le emissioni di gas serra nei comprensori sciistici.

Sui fabbricati degli impianti di risalita si possono installare impianti fotovoltaici, realizzando un autoconsumo molto elevato.

L'utilisation d'énergie électrique provenant de sources renouvelables est le moyen le plus efficace de réduire les émissions de gaz à effet de serre dans les domaines skiables.

Des systèmes photovoltaïques peuvent être installés sur les bâtiments des remontées mécaniques, réalisant une très forte autoconsommation.

Le pompe di calore possono ridurre costi ed emissioni negli edifici (alberghi, bar, ristoranti...), soprattutto quelli non connessi alla rete del metano.

Gli invasi in alta quota possono essere sfruttati per produrre energia con turbine idroelettriche installate nelle tubazioni degli impianti di innevamento.

Les pompes à chaleur peuvent réduire les coûts et les émissions dans les bâtiments (hôtels, bars, restaurants...), notamment ceux qui ne sont pas raccordés au réseau de gaz naturel.

Les bassins de rétention de haute altitude peuvent être exploités pour produire de l'énergie grâce à des turbines hydroélectriques installées dans les tuyaux des systèmes d'enneigement.



EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Efficacité Énergétique

Ridurre i consumi è la priorità per ridurre la carbon footprint di una stazione sciistica. Gli impianti di risalita possono essere rallentati nei momenti di minore afflusso, riducendo in questo modo il consumo.

L'efficienza energetica delle macchine da innevamento tecnico continua a migliorare e, pertanto, un monitoraggio delle apparecchiature

La réduction de la consommation est la priorité pour réduire l'empreinte carbone d'une station de ski. Les remontées mécaniques peuvent être ralenties aux heures creuses, réduisant ainsi la consommation.

L'efficacité énergétique des équipements d'enneigement artificiel continue de s'améliorer.

esistenti (portate e consumi) permette di comprendere se è necessaria la sostituzione o la manutenzione.

I consumi dei mezzi battipista possono essere ridotti sostituendoli con mezzi ibridi e implementando strumenti geomatici (GNSS, rilievi da drone) per ottimizzare la battitura.

Le suivi des équipements existants (débits et consommation) permet de comprendre si un remplacement ou une maintenance est nécessaire.

La consommation des dameuses peut être réduite en les remplaçant par des véhicules hybrides et en mettant en œuvre des outils géomatiques (GNSS, relevés par drone) pour optimiser le damage.

Energie Rinnovabili

Énergies Renouvelables

CASO STUDIO

Étude de cas

01

SITUAZIONE ATTUALE

Situation actuelle

Prendiamo ad esempio una seggiovia di un piccolo comprensorio sciistico, che ha uno sviluppo di 1300 m e supera 313 m di dislivello. È un vecchio impianto (1963) che viene utilizzato nella stagione invernale (1 dicembre - 13 aprile) ed estiva (25 maggio - 30 settembre) per 8 ore al giorno.

La potenza assorbita è di 130 kW e il fabbisogno annuo stimato è di 274,5 MWh in una buona stagione invernale e di circa

On prend par exemple une télésiège d'un petit domaine skiable, avec une longueur de 1300 m et un dénivelé de 313 m. Il s'agit d'une installation ancienne (1963) qui est utilisée pendant la saison d'hiver (1er décembre - 13 avril) et la saison d'été (25 mai - 30 septembre) 8 heures par jour.

La puissance absorbée est de 130 kW et la demande annuelle estimée est de 274,5 MWh dans une bonne saison d'hiver et environ la moitié si les pistes ne peuvent

la metà se non si riesce ad aprire le piste durante l'inverno.

Sui due fabbricati di partenza e di arrivo e su altri due fabbricati nelle vicinanze è stato individuato uno spazio di circa 550 mq, nel quale è possibile installare un impianto fotovoltaico da 84,6 kW di picco.

La produzione stimata di questo impianto è di 85111 MWh/anno, pari al 31% del fabbisogno di una stagione completa.

pas être ouvertes.

Sur les deux bâtiments au départ et à l'arrivée et sur deux autres bâtiments à proximité, un espace d'environ 550 m² a été identifié dans lequel il est possible d'installer un système photovoltaïque d'une crête de 84,6 kW.

La production estimée de ce système est de 85111 MWh/an, soit 31% des besoins d'une saison complète.

INVESTIMENTO E RISPARMIO

Investissement et économie

La realizzazione dell'impianto comporta un investimento di circa **80-90 mila euro**. Il beneficio economico è di circa **11 mila €/anno**, calcolato con i costi dell'energia prima del boom dei prezzi in atto dall'estate del 2021.

Per una valutazione rapida dell'investimento consigliamo il sito dedicato (<https://autoconsumo.gse.it>) del Gestore dei Servizi Energetici (GSE), l'Ente nazionale che si occupa di incentivi per le energie rinnovabili.

La construction de l'installation implique un investissement d'environ 80-90 mille euros.

Le bénéfice économique est d'environ 11 mille €/an, calculé avec les coûts énergétiques avant la flambée des prix à partir de l'été 2021.

Pour une évaluation de l'investissement, nous vous recommandons le site web (<https://autoconsumo.gse.it>) du Centre national de ressources sur le photovoltaïque soutenu par l'ADEME.



Efficientamento Energetico

Efficacité Énergétique

CASO STUDIO

Étude de cas

02

SITUAZIONE ATTUALE

Situation actuelle

L'efficienza energetica di una stazione sciistica può essere incrementata in vari modi, tra i quali:

1. con sistemi di tracciamento satellitare (sistemi GPS-GNSS) dei mezzi battipista che forniscono in tempo reale l'altezza della neve sotto il mezzo e registrano i tracciati del loro passaggio. Questi sistemi sono stati sviluppati da diverse aziende e hanno portato ad una riduzione del 20-25% i consumi di gasolio;

L'efficacité énergétique d'une station de ski peut être améliorée de plusieurs façons, notamment par les moyens suivants

1. avec des systèmes de suivi par satellite (systèmes GPS-GNSS) des dameuses qui fournissent des informations en temps réel sur la hauteur de la neige sous le véhicule et enregistrent les tracés de leur passage. Ces systèmes ont été développés par plusieurs entreprises et ont permis de réduire la consommation de gazole de 20 à 25 % ;

2. potenziando il sistema di innevamento programmato è possibile ridurre le ore di funzionamento e quindi sfruttare le ore più fredde dell'anno, riducendo i consumi elettrici e aumentando le possibilità di riuscire ogni anno ad innevare le piste;

3. riducendo la velocità di funzionamento durante gli orari in cui la pista è meno affollata, si ottiene una riduzione circa proporzionale di potenza assorbita

2. en améliorant le système d'enneigement artificiel, on peut réduire les heures de fonctionnement et profiter ainsi des heures les plus froides de l'année, ce qui réduit la consommation d'électricité et augmente les chances de pouvoir enneiger les pistes chaque année ;

3. en réduisant la vitesse de fonctionnement pendant les horaires où la piste est moins fréquentée, on obtient une réduction environ proportionnelle de la puissance absorbée

INVESTIMENTO E RISPARMIO

Investissement et économie

Una stazione sciistica con **50 km di piste** consuma mediamente **125mila** litri di gasolio all'anno: con un sistema GPS-GNSS sui mezzi battipista può risparmiarne **25mila**.

Innevare **1 ettaro di pista** a $T_{wb}=-7^{\circ}\text{C}$ invece di -3°C permette di dimezzare i consumi elettrici dei cannoni e risparmiare **7 MWh** di corrente elettrica.

Ridurre del **20%** la velocità su una seggiovia da **400 kW** fuori dai weekend e dalle vacanze di Natale permette di risparmiare **46 MWh**, pari al 12% dei consumi di quell'impianto.

Une station de ski avec 50 km de pistes consomme en moyenne 125 000 litres de gazole par an: avec un système GPS-GNSS sur les dameuses, elle peut économiser 25 000 litres.

L'enneigement d'un hectare de piste à $T_{wb}=-7^{\circ}\text{C}$ au lieu de -3°C réduit de moitié la consommation d'énergie électrique des canons et permet d'économiser 7000 kWh d'électricité.

Réduire de 20% la vitesse d'un télésiège de 400 kW en dehors des week-ends et des vacances de Noël permet d'économiser 46 MWh, soit 12% de la consommation de cette installation.



Isola 2000

CASO STUDIO

Étude de cas

Isola 2000, la stazione sciistica più alta delle Alpi Marittime è esposta all'aumento delle temperature e a un cambiamento nei modelli di precipitazioni. Inoltre, nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, un adattamento del comprensorio sciistico è inevitabile.

Isola 2000 la plus haute station de ski des Alpes-Maritimes est exposée à une hausse des températures et à une modification des régimes de précipitations. S'inscrivant, de plus, dans une optique de développement durable, une adaptation du domaine skiable est inéluctable.

IMPIANTI DI RISALITA

Remontées Mécaniques

Gli impianti di risalita sono un'importante fonte di consumo di energia elettrica per tutte le stazioni sciistiche. Degli strumenti sono impostati per dimostrare il legame tra il consumo energetico di un impianto di risalita e vari parametri come la velocità, l'accelerazione o il numero di fermate.

Questa sperimentazione consentirà di giustificare l'interesse di un sistema dotato di intelligenza artificiale che consiglia all'operatore dell'impianto la velocità da adottare in base all'affluenza degli utenti. Questa tecnologia avrebbe anche la capacità di anticipare i rischi di caduta degli sciatori al fine di limitare il numero di soste.

Les remontées mécaniques sont une importante source de consommation électrique à l'échelle d'une station. Une instrumentation est mise en place dans l'optique de démontrer le lien entre la consommation énergétique d'une remontée et différents paramètres tels que la vitesse, l'accélération ou le nombre d'arrêts.

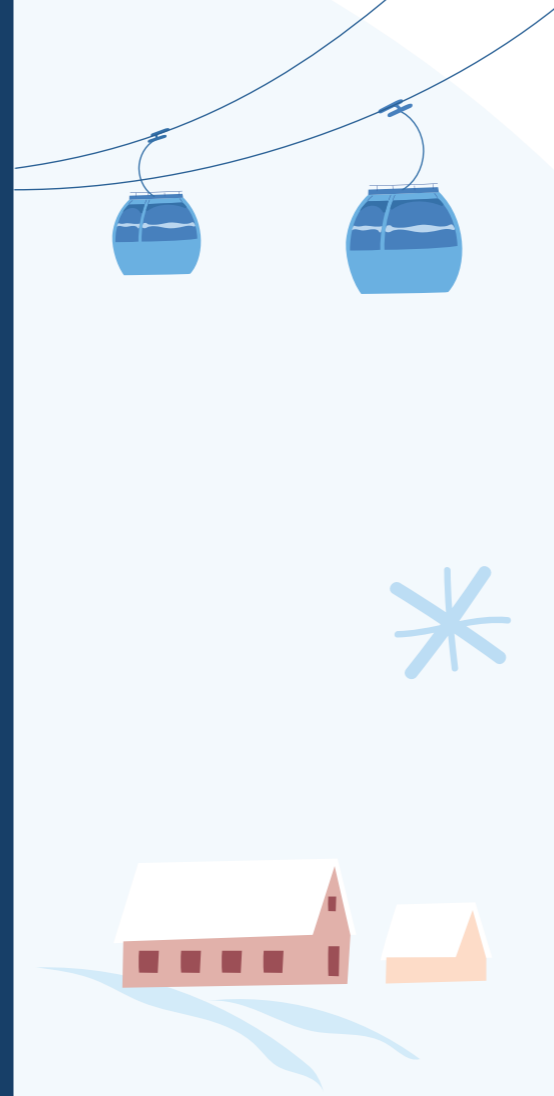
Cette expérimentation permettra de justifier l'intérêt d'un système doté d'une intelligence artificielle conseillant l'opérateur de la remontée quant à la vitesse à adopter en fonction de l'affluence des utilisateurs. Cette technologie aurait également la capacité d'anticiper les risques de chutes des skieurs dans le but de limiter le nombre d'arrêts.

CONSUMO

Consommation

Il sistema composto da diverse telecamere supervisionato da un'intelligenza artificiale offrirebbe un notevole risparmio energetico. Questa tecnologia consentirebbe inoltre alle seggiovie senza agganciamento automatico di ottenere un servizio di qualità simile alle seggiovie con agganciamento automatico, a costi inferiori e senza una reale modifica dell'impianto esistente.

Le système composé de différentes caméras supervisée par une intelligence artificielle offrirait d'importantes économies d'énergies. Cette technologie permettrait, de plus, à des télésièges non débrayables d'obtenir une qualité de service proche des télésièges débrayables, à moindre coûts et sans réelle modification de l'installation existante.



GESTIONE DELLA NEVE PROGRAMMATA

Gestion de la neige de culture

Ogni fine di stagione invernale, mucchi di neve sono osservati sul comprensorio sciistico, riflettendo una gestione non ottimale delle risorse energetiche. Per ovviare a questo problema, la stazione di Isola 2000 ha deciso di installare un GPS SNOWsat, sviluppato da Kässbohrer, su uno dei battipista della stazione. Questa tecnologia consente di misurare lo spessore della neve sotto la macchina e quindi di conoscere, con accuratezza, la quantità e la distribuzione del manto nevoso su tutto il comprensorio sciistico. I dati raccolti in tempo reale vengono visualizzati su uno schermo all'interno del battipista e trasmessi al produttore di neve. È quindi possibile ottimizzare la produzione di neve programmata in base ai bisogni identificati.

Chaque fin de saison hivernale, des amas neigeux sont constatés sur le domaine skiable, traduisant une gestion non optimale des ressources en énergie. Afin de remédier à cette problématique, la station d'Isola 2000 a décidé d'installer un GPS SNOWsat, développé par Kässbohrer, sur une des dameuses de la station. Cette technologie permet de mesurer l'épaisseur de la neige sous la machine et de connaître ainsi, avec précision, la quantité et la répartition du manteau neigeux sur l'intégralité du domaine skiable. Les données relevées en temps réel sont affichées sur un écran au sein de la dameuse et transmises au producteur de neige. Il est alors possible d'optimiser la production de neige de culture en fonction des besoins identifiés.

CONSUMO

Consommation

L'esperimento ha richiesto l'installazione dell'apparecchiatura e la realizzazione di una mappa di livellamento del comprensorio sciistico. Questo investimento genererebbe un risparmio di tempo (5%), di carburante (8%) e di neve programmata (15%). Una migliore distribuzione e una riduzione di 10 cm di spessore della neve genererebbe un risparmio di € 20.000 su una pista di 2 km, e 50 m di larghezza.

L'expérimentation a nécessité l'installation de l'équipement ainsi que la réalisation d'une carte de nivellement du domaine skiable. Cet investissement permettrait de générer des économies de temps (5%), de carburant (8%) et de neige de culture (15%). Une meilleure répartition et une réduction de 10 cm d'épaisseur de neige générerait une économie de 20 000€ sur une piste de 2 km, large de 50 m.

Riserva Bianca

Limone Piemonte

CASO STUDIO

Étude de cas

La "Riserva Bianca" è un unico comprensorio con circa 80 km di piste (molte delle quali con innevamento programmato) da 1050 a 2050 metri di altitudine, servito da 17 impianti di risalita, che si estende da Limone paese a Quota 1400 e a Limonetto.

La "Riserva Bianca" est un seul domaine skiable d'environ 80 km de pistes (dont nombreuses avec enneigement programmé) situé entre 1050 à 2050 mètres d'altitude, desservi par 17 remontées mécaniques, s'étendant du centre de Limone Piemonte à Quota 1400 et Limonetto.

SOSTENIBILITÀ

Durabilité

Limone Piemonte è una delle poche stazioni sciistiche in Italia raggiungibili direttamente in treno. Ogni anno vengono attivate numerose iniziative per promuovere la mobilità collettiva, anche con sconti speciali per chi arriva a Limone senza auto. Per ridurre le emissioni legate alla battitura delle piste, il comprensorio sciistico della Riserva Bianca – primo nel Nordovest Italia - si è dotato di un gatto delle nevi ibrido diesel-elettrico.

Limone Piemonte est l'une des rares stations de ski en Italie que l'on peut atteindre directement en train. Chaque année, de nombreuses initiatives sont mises en œuvre pour promouvoir la mobilité collective, notamment des réductions spéciales pour ceux qui arrivent à Limone sans voiture. Afin de réduire les émissions liées au damage des pistes, la station de ski de la Riserva Bianca - la première du nord-ouest de l'Italie - s'est équipée d'un véhicule hybride diesel-électrique.

ALTERNATIVE ALLO SCI

Alternatives au ski

Limone Piemonte ha diversificato negli anni la sua offerta per attrarre turisti non interessati al solo sci. Limone offre una pista di pattinaggio, un golf club, una palestra pesistica, uno splendido centro benessere con piscina, campi da tennis, pallavolo, calcio e propone escursioni su racchette da neve, arrampicate su cascate di ghiaccio, snow walking e sci di fondo (Panice). Per i più piccini che si avvicinano allo sci, sono presenti due kinder park con giochi gonfiabili, percorsi divertenti, 4 tapis roulant e un'area snowpark (in via di attivazione) con un percorso funslope e due family park. Da visitare, nei dintorni di Limone, le fortificazioni del Colle di Tenda, i murales di Pinocchio a Vernante, tre parchi naturali (Mercantour, Alpi Marittime e Marguareis).

Limone Piemonte a diversifié son offre au fil des années afin d'attirer les touristes intéressés non seulement au ski. Limone offre une patinoire, un club de golf, une salle de musculation, un splendide centre de bien-être avec piscine, des courts de tennis, des terrains de volley-ball, et de football et propose des excursions en raquettes de neige, des escalades sur des cascades de glace, des randonnées dans la neige et du ski de fond (Panice). Pour les enfants qui veulent s'initier au ski, il y a deux parcs pour enfants avec des jeux gonflables, des parcours d'amusement, 4 tapis roulant et une zone de snowpark (en cours d'activation) avec un parcours de funslope et deux parcs familiaux. Parmi les lieux à visiter dans les environs de Limone, citons les fortifications du Col de Tende, les peintures murales de Pinocchio à Vernante et les trois parcs naturels (Mercantour, Alpi Marittime et Marguareis).



MISURA DELLO SPESSORE DEL MANTO NEVOSO

Mesures de l'épaisseur de la couche de neige

Nel progetto PITER Alpimed, la pista "Armand" a Limone 1400 è stato il banco di prova per due diverse tecniche di misura del manto nevoso. La tecnica con immagini da drone si è basata su un primo volo sulla pista non innevata, svolto a settembre 2019. Nell'inverno 2019/2020 sono poi stati effettuati 3 voli con drone, acquisendo immagini che sono state georiferite grazie a opportuni punti di riferimento (markers) sul terreno. Dall'interpretazione di queste immagini è stato possibile mappare lo spessore della neve, un'indicazione utile per programmare interventi di battitura o di produzione di neve tecnica. Lo stesso risultato è stato ottenuto con una tecnica differente, basata sull'utilizzo di ricevitori GPS-GNSS low-cost montati sui mezzi battipista.

Dans le projet PITER Alpimed, la piste "Armand" à Limone 1400 a été le banc d'essai pour deux techniques différentes de mesure de l'épaisseur de la couche de neige. La technique avec images acquises par drone s'est basée sur un premier vol sur la piste non enneigée (septembre 2019). Dans l'hiver 2019/2020, trois vols avec drone ont acquis des images qui ont été géoréférencées avec des points de référence (markers) sur le terrain. De l'interprétation de ces images on a pu cartographier l'épaisseur de la couche de neige, qui donne une indication utile pour programmer des interventions de damage ou de production de neige de culture. Le même résultat a été aussi obtenu par une autre technique basée sur l'utilisation des receivers GPS-GNSS à bas prix montés sur les dameuses.

MISURE DI PORTATA E DI POTENZA ELETTRICA SUI CANNONI DA NEVE

Mesures de débit et de puissance électrique sur les canons à neige

I cannoni da neve moderni sono dotati di strumenti di misura della portata e della potenza elettrica assorbita, mentre i modelli meno recenti ne sono privi. Questi dati sono utilizzati per ottimizzare la produzione di neve tecnica, riducendo il consumo energetico. Nell'ambito del progetto PITER Alpimed è stato quindi sviluppato un datalogger di potenza elettrica e sono stati sperimentati dei misuratori di portata a ultrasuoni.

Les canons à neige modernes sont équipés d'instruments permettant de mesurer le débit et la consommation d'énergie électrique, alors que les modèles plus anciens n'en sont pas équipés. Ces données sont utilisées pour optimiser la production de neige de culture, en réduisant la consommation énergétique. Dans le cadre du projet PITER Alpimed, un enregistreur de données de puissance électrique a donc été développé et on a aussi testé des débitmètres à ultrasons.



Mondolè Ski

Prato Nevoso

CASO STUDIO

Étude de cas

La stazione sciistica di **Prato Nevoso** è situata tra circa 1500 e 2000 m di altitudine e forma, insieme a quelle di Artesina e Frabosa Soprana, il comprensorio del Mondolè Ski, il più grande della provincia di Cuneo con ben 130 km di piste e 31 impianti di risalita.

La station de ski de Prato Nevoso est située entre 1500 et 2000 m d'altitude et forme, avec les stations d'Artesina et de Frabosa Soprana, le domaine skiable Mondolè Ski, le plus grand de la province de Cuneo avec 130 km de pistes et 31 remontées mécaniques.

SOSTENIBILITÀ

Durabilité

La stazione sciistica inoltre compensa parte delle sue emissioni di gas serra con la piantumazione di 150 alberi accanto agli impianti di risalita, che in 15 anni hanno assorbito 52,5 tonnellate di CO₂. Dall'analisi della Carbon Footprint è emerso che, nello stesso periodo, la produzione delle tute da sci del Prato Nevoso Team ha comportato l'emissione di 4,5 tonnellate di CO₂.

Récemment la route historique de la Balma a été fermée à la circulation automobile afin de la dédier au cyclotourisme et au tourisme de plein air en haute altitude. La station de ski compense en outre une partie de ses émissions de gaz à effet de serre en plantant 150 arbres à côté des remontées mécaniques, qui ont absorbé 52,5 tonnes de CO₂ en 15 ans. Une analyse de l'empreinte carbone a démontré que la production des combinaisons de ski de l'équipe Prato Nevoso Team a entraîné l'émission de 4,5 tonnes de CO₂ sur la même période.

ALTERNATIVE ALLO SCI

Alternatives au ski

La stazione di Prato Nevoso ha diversificato la sua offerta per attrarre turisti non interessati allo sci. Tra le attività alternative nella stagione invernale vi sono le ciaspolate e le escursioni con cavallo su neve, le escursioni in motoslitte e mini-motoslitte per bambini, una zona freeride segnalata, un centro benessere e una palestra. L'area del Prato Nevoso Village, dedicata ai bambini, si estende per oltre 10mila mq per lo svolgimento di attività educative, sportive e ludiche.

La station de Prato Nevoso a diversifié son offre pour attirer les touristes non skieurs. Les activités alternatives en hiver comprennent les raquettes de neige et les excursions sur la neige avec des chevaux, les excursions en motoneige et en mini-motoneige pour les enfants, une zone de freeride balisée, un centre de bien-être et une salle de sport. L'aire de Prato Nevoso Village, dédiée aux enfants, s'étend sur plus de 10 000 mètres carrés pour des activités éducatives, sportives et ludiques.



MISURA DELLO SPESSORE DEL MANTO NEVOSO

Mesure de l'épaisseur de la couche de neige

Nel progetto PITER Alpimed, la pista "Prel" è stata il banco di prova per la tecnica di misura dello spessore del manto nevoso con immagini acquisite da drone. Nel mese di settembre 2019 è stato effettuato il primo volo su pista non innevata e nell'inverno 2019/2020 sono stati effettuati 2 voli con drone, che hanno permesso di misurare lo spessore del manto nevoso con una precisione di 5 cm circa.

Dans le cadre du projet PITER Alpimed, la piste "Prel" a servi de banc d'essai pour la technique de mesure de l'épaisseur de la couche de neige à partir d'images acquises par drone. En septembre 2019, le premier vol sur une piste non enneigée a été effectué et dans l'hiver 2019/2020, 2 vols de drones ont été réalisés, ce qui a permis de mesurer l'épaisseur de la couche de neige avec une précision d'environ 5 cm.

ANALISI DEI DATI DI MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO D'INNEVAMENTO PROGRAMMATO

Analyse des données de surveillance du système d'enneigement programmé

La stazione di Prato Nevoso è dotata di un moderno sistema di innevamento programmato fornito dall'italiana TechnoAlpin. Il sistema è dotato di circa 164 lance, 12 ventole a torre e 7 ventole mobili. La portata d'acqua e la potenza elettrica assorbita sono misurate a livello della singola macchina, permettendo di conoscere la loro efficienza e di ottimizzare la produzione. Il Politecnico di Torino ha studiato questi dati sulla stagione 2019/2020, identificando il legame tra temperature ed efficienza energetica dell'innevamento programmato e le potenzialità di produzione della neve durante la stagione (potential snowmaking hours).

La station de Prato Nevoso est équipée d'un système d'enneigement programmé moderne fourni par la société italienne TechnoAlpin. Le système est équipé d'environ 164 lances fixes et de 12 ventilateurs à tour et 7 ventilateurs mobiles ("canons"). Le débit d'eau et la puissance électrique absorbée sont mesurés au niveau de chaque machine, ce qui permet de connaître leur efficacité et d'optimiser la production. L'Université polytechnique de Turin a étudié ces données pour la saison 2019/2020, en identifiant le lien entre les températures et l'efficacité énergétique de l'enneigement programmé et les potentialités de production de la neige pendant la saison. (potential snowmaking hours).



CONCLUSIONI GENERALI E CONSIGLI PRATICI PER LE STAZIONI SCIISTICHE

Conclusions générales et conseils pratiques pour les stations de ski

Lo sci alpino ha un impatto energetico e ambientale sicuramente non trascurabile, ma che può essere contenuto adottando opportuni accorgimenti.

I consumi energetici principali sono elettrici, legati agli impianti di risalita e all'innnevamento programmato, e di gasolio per i mezzi battipista.

La realizzazione di impianti fotovoltaici sui fabbricati delle stazioni sciistiche rappresenta una grande opportunità, considerato l'elevato autoconsumo possibile.

Introdurre sistemi di regolazione della velocità degli impianti di risalita permette di ridurre i consumi riducendo la velocità nelle fasce orarie meno frequentate.

Il potenziamento e miglioramento dei sistemi di innnevamento programmato aumenta la possibilità di superare inverni con scarso innnevamento, ma anche di sfruttare meglio le "finestre di freddo" e quindi ridurre i consumi energetici.

L'implementazione di sistemi di tracciamento satellitare permette di risparmiare gasolio per i mezzi battipista, ottimizzando il loro lavoro e i loro passaggi sulle piste.

Considerando anche la forte incidenza dei costi energetici sul bilancio delle stazioni sciistiche, è fondamentale investire nel miglioramento energetico delle stazioni.

Le ski alpin a un impact énergétique et environnemental non négligeable, mais celui-ci peut être maîtrisé en adoptant des mesures appropriées.

Les principales consommations d'énergie sont l'électricité pour les remontées mécaniques et la production de neige, et le gazole pour les dameuses.

L'installation de systèmes photovoltaïques sur les bâtiments des stations de ski représente une grande opportunité, compte tenu de la forte autoconsommation possible. L'introduction de systèmes de régulation de la vitesse des remontées mécaniques permet de réduire la consommation en réduisant la vitesse aux heures creuses.

Le renforcement et l'amélioration des systèmes d'enneigement augmentent la possibilité de surmonter les hivers peu enneigés, mais aussi de mieux utiliser les "fenêtres froides" et donc de réduire la consommation d'énergie. La mise en place de systèmes de localisation par satellite permet d'économiser du gazole pour les dameuses, optimisant ainsi leur travail et leur passage sur les pistes. Compte tenu également de la forte incidence des coûts énergétiques sur le budget des stations de ski, il est essentiel d'investir dans l'amélioration énergétique des stations.

CUNEO NEVE

Cuneo Neve

Cuneo Neve aggrega i soggetti gestori delle 17 stazioni sciistiche del territorio della Provincia di Cuneo aderenti alla Sezione Turismo di Confindustria Cuneo. È una realtà importante con numeri in crescita costante: 11 comprensori sciistici per 381 km di piste e 92 impianti di risalita.

Sia in inverno che in estate l'offerta turistica è ampia e variegata, perfetta per sportivi e amanti della natura. Per lo svago invernale le piste da discesa nei vari comprensori sono in grado di soddisfare ogni tipo di clientela, mentre il divertimento estivo è assicurato, per adulti e bambini, dai numerosi servizi pensati per chi ama le escursioni a piedi, in mountain bike e e-bike, o per chi ricerca semplicemente un momento di relax assoluto.

Cuneo Neve svolge attività di promozione con l'ATL del Cuneese e la Camera di Commercio di Cuneo sostenendo l'atleta olimpica Marta Bassino. Partecipa a programmi di innovazione e sostenibilità in collaborazione con il Politecnico di Torino. In particolare, negli ultimi anni ha supportato gli associati nel processo di transizione digitale, attraverso la realizzazione del Cuneo Neve Pass (app per la dematerializzazione della card per sci club), del Cuneo Neve Store per la biglietteria di stazione online e attraverso attività formative per l'efficientamento energetico.

Cuneo Neve réunit les responsables des 17 stations de ski du territoire de la province de Cuneo qui sont membres de la section Tourisme de Confindustria Cuneo. Il s'agit d'une réalité importante dont les chiffres sont en augmentation constante: 11 domaines skiables, 381 km de pistes et 92 remontées mécaniques.

En hiver comme en été, l'offre touristique est ample et variée, parfaite pour les sportifs et les amoureux de la nature. Pour les loisirs d'hiver, les pistes de descente des différents domaines sont en mesure de satisfaire tous les types de clientèle, tandis que les loisirs d'été sont garantis pour les adultes comme pour les enfants, avec de nombreux services conçus pour les amateurs de randonnée, de VTT et d'e-biking, ou pour ceux qui recherchent simplement un moment de détente absolue.

Cuneo Neve réalise des activités promotionnelles avec l'ATL del Cuneese et soutient l'athlète olympique Marta Bassino. Elle participe à des programmes d'innovation et de durabilité en collaboration avec l'École Polytechnique de Turin. Ces dernières années, elle a notamment accompagné ses membres dans leur démarche de transition numérique, à travers la création du Cuneo Neve Pass (appli permettant de dématérialiser la carte pour ski club), du Cuneo Neve Store pour la billetterie en ligne des stations et des actions de formation à l'efficacité énergétique.



Sei pronto per una montagna più sostenibile?

Prêts pour une montagne plus durable?

Testi a cura di Politecnico di Torino, Csi Cuneo-Cuneo Neve, Camera di Commercio di Cuneo, IMREDD. Traduzione a cura di Europa 92 Cuneo
Textes de l'école Politecnico di Torino, Csi Cuneo-Cuneo Neve, Chambre de Commerce de Cuneo, IMREDD. Traduction réalisée par Europa 92 Cuneo



Iniziativa coordinata dalla Camera di Commercio di Cuneo e finanziata dal progetto singolo 4945 Alpimed Clima facente parte del Piano integrato territoriale Alpimed - programma di cooperazione transfrontaliera Alcotra Italia-Francia Interreg V-A 2014/2020

Initiative coordonnée par la Chambre de Commerce de Cuneo et financée par le projet 4945 Alpimed Clima, qui fait partie du Plan territorial intégré Alpimed - Programme de coopération transfrontalière Alcotra Italie-France Interreg V-A 2014/2020