



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale

in Lingue, Economie e Istituzioni dell'Asia e dell'Africa mediterranea

Tesi di Laurea

Terre Rare, un dominio cinese. Il caso Baotou.

Relatrice

Ch.ma Prof.ssa Anna Marenzi

Correlatore

Ch.mo Prof. Franco Gatti

Laureanda

Emma Cappellini
Matricola 876291

Anno Accademico

2019 / 2020

Indice

前言	1
Introduzione	2
Capitolo 1- La Cina e il suo petrolio: le Terre Rare	5
1.1 Cosa sono le terre rare e i principali settori d'impiego	5
1.2 La geografia delle Terre Rare	9
1.3 Cina: storia di un monopolio	14
Capitolo 2- Cina: Terre Rare e politica ambientale	21
2.1 Industria delle REE. Un settore sotto il controllo governativo	22
2.2 La politica del Governo cinese: il XIII° Piano Quinquennale (2016-2020) e le nuove <i>green guidelines</i>	31
2.3 L'industria delle REE. Gli effetti sull'ambiente e sulla salute della popolazione	41
2.4 Terre Rare: il paradosso per uno sviluppo sostenibile	48
Capitolo 3- L'economia delle Terre Rare e il caso <i>Baotou</i>	54
3.1 <i>Baotou</i> : da villaggio rurale a metropoli	54
3.2 Rilevanza economica dell'industria mineraria	62
3.3 L'impatto sulla salute degli abitanti: i <i>cancer villages</i>	71
Conclusioni	78
Bibliografia	80

Indice Figure

Figura 1.1: Tavola periodica degli elementi con evidenziate le terre rare	6
Figura 1.2: Risorse mondiali di terre rare.....	10
Figura 1.3: Cina: aree con abbondanti giacimenti di REE	13
Figura 2.4: Conseguenze per la produzione di 1 tonnellata di REO (Ossido di terre rare). 44	
Figura 2.5: Stagno di lisciviazione illegale nella città di <i>Ganzhou</i>	44
Figura 2.6: Stagno di lisciviazione per sedimenti di ossido di terre rare.....	45
Figura 2.7: Gli effetti topografici dell'attività estrattiva vicino <i>Ganzhou</i>	46
Figura 3.8: Mappa della posizione della miniera di <i>Bayan Obo</i>	55
Figura 3.9: Crescita urbana di <i>Hohhot</i> , <i>Baotou</i> e <i>Ulanqab</i>	59
Figura 3.10: Immagine satellitare della città di Baotou e dei dintorni	72
Figura 3.11: Lago di acque reflue, <i>Baotou</i>	73

Indice Tabelle

Tabella 1.1: Terre rare: impieghi e usi tecnologici.....	8
Tabella 1.2: Produzione e riserve minerarie mondiali: le riserve di Canada, Groenlandia, Tanzania e Sud Africa sono incluse in "Other countries"	17
Tabella 2.3: Le imprese statali leader del settore delle REE	30
Tabella 2.4: Struttura del testo del XIII° Piano Quinquennale.....	32
Tabella 2.5: Indicatori di sviluppo delle terre rare durante il 13° Piano Quinquennale	38
Tabella 3.6: Principali indicatori del settore industriale in Mongolia Interna.....	63

Tabella 3.7: Occupazione in Mongolia Interna	65
--	----

Tabella 3.8: Numero di impiegati in aziende sopra una certa dimensione	66
--	----

Indice Grafici

Grafico 1.1: Produzione globale di ossidi di terre rare	16
---	----

Grafico 1.2: Esportazione di prodotti a base di REE (materie prime e metalli) e di magneti permanenti a base di REE (asse sinistro) e quota delle esportazioni nella produzione di raffinerie nazionali dal 1979 al 2013	18
--	----

Grafico 1.3: Esportazioni di REE per destinazione dal 2006 al 2013	19
--	----

Grafico 2.4: Produzione di REE della Cina e del resto del mondo e andamento delle esportazioni cinesi	24
---	----

Grafico 2.5: Prezzo di esportazione cinese dell'ossido di Neodimio	27
--	----

Grafico 3.6: Popolazione Mongolia Interna	60
---	----

Grafico 3.7: Popolazione <i>Baotou</i>	61
--	----

Grafico 3.8: Produzione industriale lorda di <i>Baotou</i>	64
--	----

Grafico 3.9: Occupazione nel settore primario a <i>Baotou</i>	68
---	----

Grafico 3.10: Occupazione nel settore secondario a <i>Baotou</i>	69
--	----

Grafico 3.11: PIL Mongolia Interna	70
--	----

Grafico 3.12: PIL <i>Baotou</i>	70
---------------------------------------	----

前言

在数字化和高科技时代，随着稀土在通讯、运输、医药、军事工业、绿色产业以及核能生产等领域的广泛应用，稀土成为人们日常生活中不可或缺的一部分。

虽然稀土元素遍布世界各地，但目前主要出产地集中在中国，中国的稀土产量占全球的 63%。由于稀土产业对环境和人们的健康会造成严重破坏，所以许多国家已经减少或停止了稀土的生产。但是，中国的政策允许这些工业部门进一步的发展，却没有重视对中国社会的不良影响。直到 2016 年，中国通过“十三五”计划，才开始更加重视这些问题。

尽管稀土产业对环境有害，但稀土的使用对于促进生态友好型能源的建设至关重要，所以稀土元素对中国和世界经济都是必不可少的。

本论文共三章。第一章是从历史、化学、产业应用等方面分析稀土元素；其次是世界各地稀土资源主要矿床的介绍；最后，分析了中国稀土工业的历史。

第二章进一步深入地介绍了中国的稀土工业，以及政府的相关政策。首先，这个部分研究了“十三五”计划的政策，然后分析了从稀土工业诞生至今，对环境和人类造成的危害。

第三章讨论了包头的具体案例。包头是内蒙古自治区的一个地级市，那里有世界上最大的稀土元素矿床。这个部分描述了城市的经济发展，以及稀土部门对环境和健康造成的危害。尤其是所谓的“癌症村”现象，由于稀土工业的建造，导致当地癌症患者人数增加。

Introduzione

Nell'era della digitalizzazione e dell'alta tecnologia le terre rare, grazie all'incredibile gamma di prodotti e applicazioni in cui trovano impiego, sono parte integrante della nostra vita quotidiana. Senza questi elementi chimici, le tecnologie di cui ci serviamo per la comunicazione, i trasporti, la medicina, l'industria militare, la *green industry*, così come la produzione di energia nucleare, non sarebbero possibili.

Nonostante la loro ampia distribuzione in giacimenti presenti su tutta la crosta terrestre, la Cina detiene attualmente il 63% della produzione globale, da cui dipendono le maggiori economie mondiali tra cui gli Stati Uniti e il Giappone. Questo ruolo di assoluta leadership conquistato negli anni è legato ad un aspetto molto importante: essendo l'intero processo industriale di grande impatto sull'ambiente e sulla salute delle persone, molti Paesi ne hanno ridotto o addirittura interrotto la produzione, così da tutelare il territorio e la popolazione da grosse ripercussioni. Diversamente, le politiche del governo cinese hanno permesso un più ampio sviluppo di questo settore industriale, senza tener conto degli effetti che avrebbe avuto su l'intero tessuto sociale. È stato a partire dal 2016 che, attraverso il XIII° Piano Quinquennale, la Cina ha iniziato a dimostrare una maggiore attenzione nei confronti di queste tematiche.

Oltre a vivere nell'era della modernizzazione, viviamo difatti in un periodo di grande sensibilizzazione verso tematiche *green* in cui le terre rare ricoprono un ruolo di estrema importanza per l'economia cinese come per quella mondiale. Se da un lato è necessario limitare lo sfruttamento di queste risorse per il bene dell'ambiente, per incrementare la diffusione di energie ecosostenibili è indispensabile l'utilizzo delle terre rare, le cosiddette "vitamine delle industrie".

Il presente elaborato pone pertanto l'accento su uno dei paradossi del XXI° secolo e sull'importanza di una riflessione a livello globale riguardo al vero senso di "ecosostenibilità".

La tesi è stata articolata in tre capitoli.

Tenendo conto del fatto che l'argomento delle terre rare può risultare poco noto, il primo Capitolo mira a definire la natura di questi elementi partendo dalla loro scoperta nel lontano 1788, fino ad approfondire i principali settori industriali in cui le terre rare rappresentano componenti indispensabili. Viene poi presentata una panoramica generale dei maggiori giacimenti nel mondo, soffermandosi sull'ampia distribuzione geografica nel territorio cinese. In ultimo, vengono delineate le principali tappe che, a partire dalla scoperta del più grande giacimento nel 1927, hanno rappresentato per la Cina momenti importanti per la crescita del proprio ruolo nel panorama mondiale.

Il secondo Capitolo consiste in una presentazione più approfondita dell'industria delle terre in Cina, ponendo l'accento sulla posizione del governo e sulle politiche portate avanti rispetto a questo settore. In una prima parte viene descritto l'approccio del governo verso l'esigenza di una maggiore tutela dell'ambiente, con riferimento al XIII° Piano Quinquennale e al cambiamento di rotta del Paese. Successivamente, sono state affrontate le conseguenze subite dall'ambiente e dalla popolazione a partire dalla nascita dell'industria sino ad oggi.

A questo proposito, il terzo e ultimo Capitolo si concentra sul caso specifico di *Baotou*, città prefettura della regione autonoma della Mongolia Interna, dove è stato rinvenuto il più grande giacimento di terre rare al mondo. Viene presentato lo sviluppo che la città ha conosciuto negli anni, ponendo l'attenzione sulla rilevanza che il settore delle terre rare ha avuto per l'economia della città, per il processo di urbanizzazione e per il tasso di

occupazione. Per concludere, l'elaborato si focalizza sulla ricaduta ambientale e sanitaria che l'intero settore delle terre rare ha avuto sulla città. In particolare, il fenomeno dei cosiddetti *cancer villages*, dove si è verificato un chiaro aumento dei malati di cancro successivo alla costruzione delle industrie per l'estrazione e la lavorazione delle terre rare.

Capitolo 1- La Cina e il suo petrolio: le Terre Rare

Nonostante gran parte della popolazione mondiale faccia quotidianamente uso di *devices* di ultima generazione come *smartphones*, *computers*, televisioni e veicoli elettrici, in pochi sono al corrente su cosa siano le terre rare.

Il capitolo offre un quadro delle caratteristiche peculiari di questi elementi e del ruolo che hanno ricoperto e ricoprono tuttora all'interno della scena politico-economica globale, fornendo una spiegazione dell'origine della definizione "terre rare" e illustrandone i molteplici campi d'applicazione. La Cina nel panorama mondiale si caratterizza dall'ampia disponibilità dei giacimenti di terre rare. Pertanto, è importante avere anche una panoramica storica del ruolo che la Cina ha ricoperto nel settore delle terre rare dagli anni Cinquanta fino ad oggi e analizzare i dati che hanno scandito l'ascesa del Paese alla posizione di quasi "monopolio" a discapito di un altro protagonista del settore, gli Stati Uniti.

1.1 Cosa sono le terre rare e i principali settori d'impiego

Con il termine "terre rare" viene indicato un gruppo di 17 elementi chimici comprendente il gruppo dei lantanidi (composto da 15 elementi), lo scandio (Sc) e l'ittrio (Y), contenuti, come rappresentato nella Figura 1.1, all'interno della tavola periodica. Generalmente, le terre rare (dette anche REE, acronimo del termine inglese *rare earth elements*) vengono suddivise sulla base del loro peso atomico in due macrogruppi: le terre rare leggere (*light rare earths*, LREE) e le terre rare pesanti (*heavy rare earths*, HREE)¹ (Wübbeke, 2013). Sebbene il termine "terre rare" suggerisca una più che limitata disponibilità, quest'ultime sono relativamente abbondanti sulla crosta terrestre; tuttavia, a

¹ Per ulteriori informazioni riguardo la classificazione e le specifiche chimiche delle terre rare si consulti il testo di J.H.L. Voncken (2016).

causa dei bassi livelli di concentrazione dei singoli elementi presenti nei minerali, le attività di estrazione e separazione sono molto complesse, costose e particolarmente impattanti sull'ambiente circostante (Ungaro, 2013).

Fig. 1.1: Tavola periodica degli elementi con evidenziate le terre rare

The Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.00794																	2 He Helium 4.003																												
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012182											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.0107	7 N Nitrogen 14.00674	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.9984032	10 Ne Neon 20.1797																												
11 Na Sodium 22.989770	12 Mg Magnesium 24.3050											13 Al Aluminum 26.981538	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973761	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.4527	18 Ar Argon 39.948																												
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955910	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938049	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933200	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.61	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80																												
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29																												
55 Cs Cesium 132.90545	56 Ba Barium 137.327	57 La Lanthanum 138.9055	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.078	79 Au Gold 196.96655	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98038	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)																												
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinium (227)	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (263)	107 Bh Bohrium (262)	108 Hs Hassium (265)	109 Mt Meitnerium (266)	110 (269)	111 (272)	112 (277)	113	114																																
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>58 Ce Cerium 140.116</td> <td>59 Pr Praseodymium 140.90765</td> <td>60 Nd Neodymium 144.24</td> <td>61 Pm Promethium (145)</td> <td>62 Sm Samarium 150.36</td> <td>63 Eu Europium 151.964</td> <td>64 Gd Gadolinium 157.25</td> <td>65 Tb Terbium 158.92534</td> <td>66 Dy Dysprosium 162.50</td> <td>67 Ho Holmium 164.93032</td> <td>68 Er Erbium 167.26</td> <td>69 Tm Thulium 168.93421</td> <td>70 Yb Ytterbium 173.04</td> <td>71 Lu Lutetium 174.967</td> </tr> <tr> <td>90 Th Thorium 232.0381</td> <td>91 Pa Protactinium 231.03588</td> <td>92 U Uranium 238.0289</td> <td>93 Np Neptunium (237)</td> <td>94 Pu Plutonium (244)</td> <td>95 Am Americium (243)</td> <td>96 Cm Curium (247)</td> <td>97 Bk Berkelium (247)</td> <td>98 Cf Californium (251)</td> <td>99 Es Einsteinium (252)</td> <td>100 Fm Fermium (257)</td> <td>101 Md Mendelevium (258)</td> <td>102 No Nobelium (259)</td> <td>103 Lr Lawrencium (262)</td> </tr> </tbody> </table>																		58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.0289	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)
58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967																																
90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.0289	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)																																

Fonte: Mancheri et al., 2012.

L'origine dell'appellativo "rare" risale al XVIII secolo quando, in una miniera situata vicino al villaggio di Ytterby in Svezia, nel 1788 il chimico e militare svedese Karl Axel Arrhenius scoprì una roccia di colore nero mai identificata prima a cui diede il nome di itterbite, in omaggio al luogo di ritrovamento. Soltanto successivamente, si è riusciti a comprendere essere un minerale costituito da cerio, lantanio e ittrio. Poiché questi elementi non erano mai stati trovati in precedenza e dato che l'unica miniera a disporre sino a quel momento era quella di Ytterby, gli scienziati ipotizzarono che la quantità di questi elementi presente sulla Terra fosse circoscritta a quell'area e che quindi fossero "rari" (Klinger, 2015).

Il motivo per il quale sono state definite “terre” risiede invece nel loro processo di estrazione e separazione. Difatti, la maggior parte delle REE venne estratta inizialmente sotto forma di ossidi e in francese, una delle maggiori lingue scientifiche del XIX secolo, un ossido di un elemento veniva considerato come *terre* di quell’elemento, termine che in italiano significa “terra”. Anche in tedesco, altra lingua utilizzata nel mondo scientifico del tempo, un ossido di un elemento veniva definito *Erde*, ossia “terra” (Voncken, 2016). Nasce pertanto da qui la denominazione “terre rare”.

Cerchiamo adesso di capire i motivi per i quali questi elementi siano diventati così importanti per l’economia mondiale: le REE vengono impiegate in molteplici settori, rappresentando elementi indispensabili per la realizzazione di un’ampia gamma di prodotti, sia di uso quotidiano, sia ad alto livello tecnologico. I settori che vedono l’impiego delle REE spaziano dunque dall’industria elettronica, all’industria petrolchimica, a quella metallurgica, alla *green industry*, fino ad arrivare all’industria della difesa. Non è possibile parlare pertanto di un singolo mercato delle Terre Rare, bensì di numerosi mercati al cui interno i 17 elementi presentano disponibilità e applicazioni differenti (Klinger, 2015).

A seconda delle diverse proprietà chimico-fisiche (magnetiche, ottiche e della luminescenza), le REE vengono impiegate nella produzione di calamite permanenti presenti nei motori delle auto elettriche e nei generatori di pale eoliche; grazie alle loro proprietà ottiche vengono inoltre impiegate nella realizzazione di lampade a LED ed a fluorescenza. Minori quantità di terre rare sono necessarie anche nella realizzazione di numerosi apparecchi elettronici di uso quotidiano, come ad esempio smartphones e computers. La maggior parte di questi metalli, circa il 62% dell’attuale produzione, viene però impiegata all’interno di tecnologie meno note, ma non di minor importanza, fondamentali all’interno di grandi processi industriali come l’industria del vetro e la raffinazione del petrolio (Ungaro,

2013). La Tabella 1.1 presenta in modo più dettagliato i 17 elementi che compongono le terre rare, ciascuno accompagnato dall'ampia gamma di applicazioni in cui trova impiego.

Tabella 1.1: Terre rare: impieghi e usi tecnologici

Element	Applications
Scandium	Metal alloys for the aerospace industry.
Yttrium	Ceramics; metal alloys; lasers; fuel efficiency; microwave communication for satellite industries; color televisions; computer monitors; temperature sensors. Used in targeting and weapon systems and communication devices.
Lanthanum	Batteries; catalysts for petroleum refining; electric car batteries; high-tech digital cameras; video cameras; laptop batteries; X-ray films; lasers. Used in communication devices.
Cerium	Catalysts; polishing; metal alloys; lens polishes (for glass, television faceplates, mirrors, optical glass, silicon microprocessors, and disk drives).
Praseodymium	Improved magnet corrosion resistance; pigment; searchlights; airport signal lenses; photographic filters. Used in guidance and control systems and electric motors.
Neodymium	High-power magnets for laptops, lasers, fluid-fracking catalysts. Used in guidance and control systems, electric motors, and communication devices. Defined by DOE as critical in the short- and mid-term based on projected supply risks and importance to clean-energy technologies.
Promethium	Beta radiation source, fluid-fracking catalysts.
Samarium	High-temperature magnets, reactor control rods. Used in guidance and control systems and electric motors.
Europium	Liquid crystal displays (LCDs), fluorescent lighting, glass additives. Used in targeting and weapon systems and communication devices.
Gadolinium	Magnetic resonance imaging contrast agent, glass additives.
Terbium	Phosphors for lighting and display. Used in guidance and control systems, targeting and weapon systems, and electric motors.
Dysprosium	High-power magnets, lasers. Used in guidance and control systems and electric motors.
Holmium	Highest power magnets known.
Erbium	Lasers, glass colorant.
Thulium	High-power magnets.
Ytterbium	Fiber-optic technology, solar panels, alloys (stainless steel), lasers, radiation source for portable X-ray units.
Lutetium	X-ray phosphors.

Fonte: U.S. EPA, 2012.

A determinare l'importanza di questi materiali non è soltanto il fatto che siano necessari nella produzione di numerosissimi oggetti; difatti, vengono definiti anche materiali "strategici" in quanto determinanti per l'economia di un paese, in particolare per questioni di difesa. Il termine "strategici" riflette la percezione da parte di una nazione di diventare vulnerabile se il rifornimento di questi materiali fosse interrotto; riflette quindi la necessità

di salvaguardare la propria filiera industriale dalle ripercussioni dovute ad un'eventuale perdita di approvvigionamento. Non avendo sostituti le terre rare divengono di vitale importanza per l'economia di un paese, garantendone la difesa e vengono pertanto considerate strategiche (Fernandez, 2017).

In conclusione, le terre rare vengono riconosciute come *the next element of conflicts* (Klinger, 2015): questo non è dovuto alla loro scarsità o alla loro concentrazione geologica in alcune zone rispetto che ad altre, ma piuttosto ai rapporti politici che si sono costruiti attorno ad esse; più attori con interessi e necessità diversi utilizzano le REE come oggetto del contendere, al fine di affermare la propria superiorità in campo economico e raggiungere i propri obiettivi.

A conferma dell'importanza e dell'essenzialità delle terre rare per l'economia sono le stesse parole dell'allora Presidente cinese *Deng Xiaoping*, il quale durante una visita nella provincia del *Jiangsu* nel 1992 affermò: "Il Medio Oriente possiede il petrolio, la Cina possiede le terre rare" (*Zhongdong you shiyou, Zhongguo you xitu* 中东有石油, 中国有稀土) (Buckley, 2010).

1.2 La geografia delle Terre Rare

Il seguente paragrafo offre uno sguardo sulla disponibilità mondiale di terre rare, partendo dai primi paesi esportatori e concentrando l'attenzione su quelli con i principali giacimenti presenti al mondo.

Dopo l'ipotesi iniziale secondo cui questi elementi fossero di difficile reperibilità, grazie ai continui studi è emerso che le terre rare sono largamente diffuse sulla crosta terrestre (quelle leggere sono più abbondanti di quelle pesanti). Ciò è confermato dal fatto

che il cerio, il più comune tra le REE, si trova più diffusamente rispetto ad esempio al rame e al piombo, arrivando ad essere il 26° elemento più diffuso in assoluto. Anche il lantanio e il neodimio sono molto diffusi, mentre le HREE tra cui disprosio e terbio sono meno comuni, ma tutte ad eccezione del promezio (il quale non esiste in natura, ma è un elemento artificiale che prende forma nel processo di fissione nucleare dell'uranio) sono più diffusi dell'argento e dell'oro (Wübbecke, 2013).

Fig. 1.2: Risorse mondiali di terre rare



Fonte: Chen, 2011.

Sebbene questi elementi siano abbondanti sulla crosta terrestre, meno diffusi sono invece i loro giacimenti. Il principale problema che affligge le terre rare è difatti il basso grado di concentrazione nelle miniere, rendendo soltanto una piccola parte di queste adatte ad un'estrazione redditizia. Nel 2013 i dati dell'USGS (United States Geological Survey) indicavano in 799 il numero di giacimenti con una concentrazione di REE sufficiente per poter avviare l'estrazione, distribuiti in trentaquattro paesi diversi: sei in Europa, quattordici in Asia, dieci in Africa e poi USA, Canada, Brasile e Australia. Tuttavia, il

maggior numero di giacimenti di REE si concentra in Cina, USA, Australia, Brasile, India, Malesia, Russia, Thailandia e Vietnam (Klinger, 2015).

Inizialmente, la maggior parte delle terre rare proveniva da Brasile e India i quali, fino agli anni Quaranta, ebbero il ruolo di maggiori esportatori; furono poi seguiti da Australia, Malaysia e Sudafrica. Successivamente, durante il ventennio 1960-1980, furono gli USA ad affermarsi come leader indiscussi nella produzione mondiale di REE, grazie al giacimento di Mountain Pass in California. Difatti fino agli anni Ottanta rappresentava il più grande deposito di terre rare del mondo, arrivando a ricoprire il 100% della domanda interna americana e il 33% di quella estera. Il giacimento è stato però chiuso nel 2002, sia per problemi di inquinamento, sia per l'importazione di minerali a basso costo dalla Cina, che ne hanno ridotto notevolmente la produzione. La miniera è stata nuovamente aperta nel 2012 (Massari & Ruberti, 2013). Nonostante siano stati trovati altri giacimenti di REE alcuni dei quali in Alaska, Colorado, Idaho, Illinois, Missouri, Nebraska, New Mexico e Wyoming, non vengono ancora adeguatamente sfruttati; di conseguenza la miniera di Mountain Pass rimane l'ultimo deposito scoperto e sviluppato negli Stati Uniti (Long et al., 2010).

In Europa, tra i sei paesi detentori di terre rare, spicca il ruolo conquistato negli ultimi anni dalla Groenlandia. Infatti, a causa del surriscaldamento globale, in Groenlandia le temperature sono aumentate più del doppio rispetto al resto del mondo, favorendo la comparsa di nuovi territori prima ricoperti dal ghiaccio. Si tratta in questo caso di territori ricchi di risorse naturali, tra cui le terre rare. Un recente rapporto del Financial Times stima che in Groenlandia siano presenti giacimenti per 38,5 milioni di tonnellate di REE, quantità in grado di soddisfare il 25% della domanda mondiale per i prossimi cinquant'anni. Tuttavia, l'estrazione mineraria in questo Paese presenta delle difficoltà: solo il 15% del territorio è privo di ghiaccio, mentre la restante parte è ricoperta da una calotta con uno spessore di circa

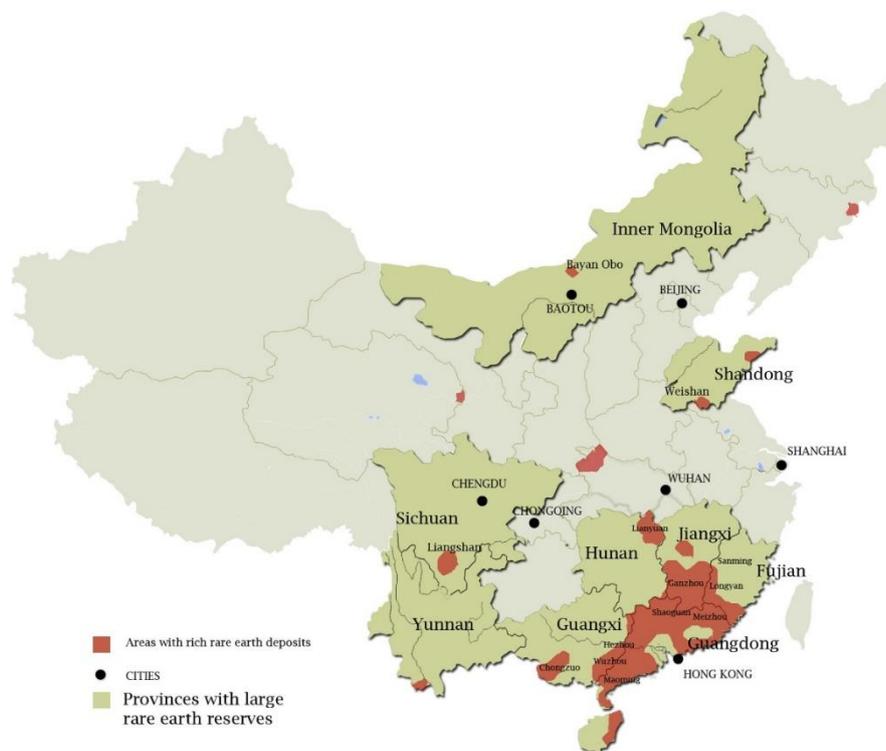
tre chilometri. Inoltre, altri timori riguardano i danni che l'attività estrattiva causerebbe all'ambiente fino ad ora incontaminato (Metalli rari, 2019).

In Asia, oltre alla Cina di cui parleremo successivamente, una recente campionatura delle acque dell'Oceano Pacifico ha rivelato che il Giappone sia detentore di una riserva di terre rare di circa sedici milioni di tonnellate. Più precisamente, questi enormi giacimenti sono stati individuati sui fondali marini a circa duemila chilometri a sud-est di Tokyo, vicino all'isola Minami Torishima. Di conseguenza, il governo giapponese ha incentivato programmi di ricerca in modo da rendere questi giacimenti fonte effettiva di approvvigionamento, così da ridurre al minimo le importazioni dalla Cina. Tuttavia, anche in questo caso l'estrazione di terre rare presenta delle criticità: la prima relativa all'attività estrattiva in sé, in quanto la profondità a cui si trovano i giacimenti potrebbe rendere l'estrazione assai difficile; la seconda relativa alla questione ambientale (Metalli rari, 2018).

Diversamente, la Cina, ad oggi, è il principale produttore di terre rare al mondo e ospita una varietà di tipi di REE in giacimenti situati sia a Nord, nella provincia autonoma della Mongolia Interna *Nei Menggu* 内蒙古自治区 e nella provincia dello *Shandong* 山东省, che nelle province del Centro-sud (*Sichuan* 四川省, *Jiangxi* 江西省, *Fujian* 福建省, *Hunan* 湖南省, *Guandong* 广东省 e *Yunnan* 云南省). I depositi di carbonatiti, un tipo di rocce ignee, ospitano la maggior parte delle terre rare cinesi e sono il principale fornitore di LREE del mondo; includono due enormi giacimenti attualmente in fase di estrazione: Bayan Obo, in Mongolia Interna e Maoniuping, nella provincia del *Sichuan*, rispettivamente il primo e il terzo più grande deposito di REE del mondo. Oltre a questi due, altri depositi di carbonatiti sono situati nella Cina dell'Est e nella parte settentrionale della regione autonoma dello *Xinjiang*, nella Cina Nord-occidentale. Alla fine del 2011 i giacimenti di carbonatiti contenevano risorse di REE per oltre 134 milioni di tonnellate che rappresentavano il 98.40%

delle risorse totali. I depositi di argilla, situati principalmente nella Cina meridionale, sono secondi per importanza, ma costituiscono la principale fonte di HREE del Paese e nel 2011 con più di 1.3 tonnellate, rappresentavano lo 0.97% delle risorse totali. Ci sono poi i giacimenti alluvionali che contribuiscono con minori quantità di REE all'ammontare complessivo del Paese. Sono distribuiti principalmente nelle province meridionali e settentrionali e alla fine del 2011 le risorse complessive di questi ventisei giacimenti ammontavano a 0.12 tonnellate, pari allo 0.09% delle risorse totali (Xie et al., 2016).

Fig. 1.3: Cina: aree con abbondanti giacimenti di REE



Fonte: Wübbecke, 2013.

1.3 Cina: storia di un monopolio

La produzione cinese di terre rare è iniziata intorno agli anni Cinquanta nell'attuale regione autonoma della Mongolia Interna, dove nel 1927 il professore e geologo *Ding Daoheng* scoprì il giacimento minerario di *Baiyun Obo*, anche conosciuto come *Bayan Obo*. Distribuita su un'area di 48 km² ricca di minerali, è stato stimato che contenga circa 36 milioni di tonnellate di terre rare, rappresentando di gran lunga la più grande miniera del mondo (Morrison & Tang, 2012). Dopo aver condotto un'indagine geologica dettagliata, la miniera fu costruita e gestita dalla Baotou Iron and Steel Company, azienda di proprietà statale produttrice di acciaio. Fu così che, alla fine degli anni Cinquanta, in Cina si iniziò il recupero delle terre rare attraverso il processo di produzione di ferro e acciaio (Morrison & Tang, 2012).

Negli anni Sessanta, dopo che nello *Shandong* furono scoperti altri giacimenti, in Cina si attribuì maggior importanza alla definizione di un piano che massimizzasse l'uso della miniera di *Bayan Obo*. Il piano prevedeva l'assunzione di personale qualificato in tutto il Paese, in modo da portare avanti la ricerca di metodi altamente efficienti per il recupero delle REE. Furono anche avviate iniziative per la promozione della ricerca e dello sviluppo delle tecnologie relative alle terre rare (Hurst, 2010).

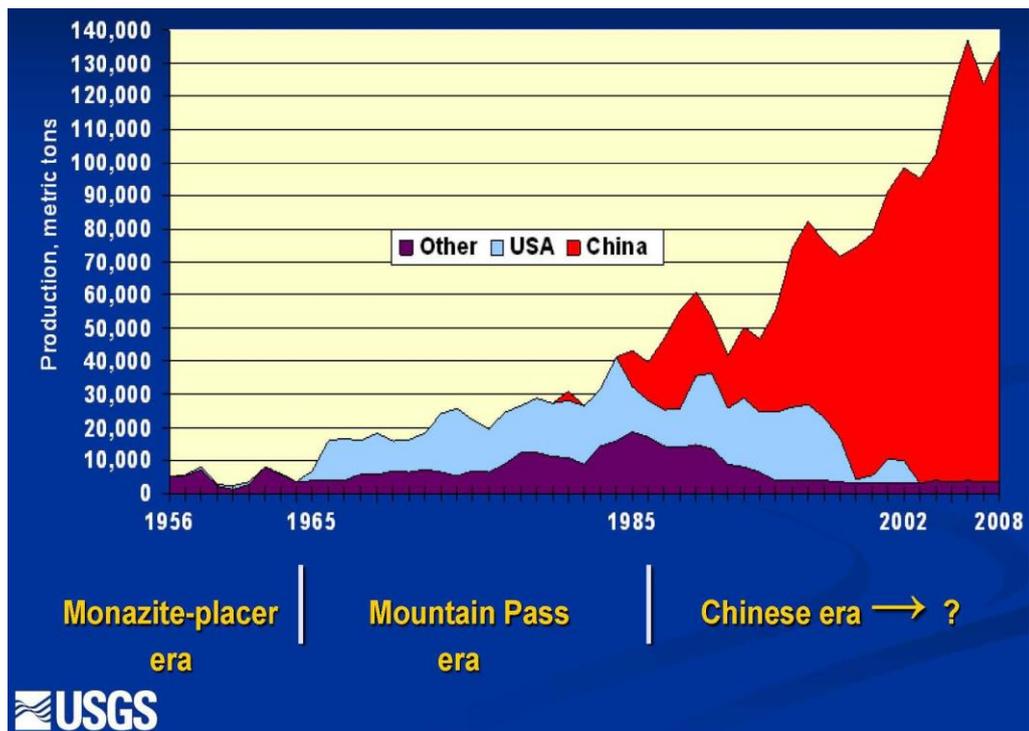
Sebbene le attività di estrazione, separazione e fusione delle REE siano iniziate alla fine degli anni Cinquanta, non è fino alla metà degli anni Settanta che la Cina è stata in grado di realizzare prodotti di qualità, emergendo sia come produttore, consumatore ed esportatore di terre rare (Shen, Moomy & Eggert, 2020). Tuttavia, alla fine del decennio la produzione annuale era di poco sopra le 1.000 tonnellate, provenienti quasi del tutto dalla Mongolia Interna. Difatti, la produzione di REE nel Sud del Paese era ancora agli albori, con un rendimento annuo di soltanto 60 tonnellate (Morrison & Tang, 2012).

Fino agli anni Ottanta - anni in cui la Cina promosse una spinta per l'innovazione interna e politiche economiche più orientate al mercato - la produzione di terre rare del Paese era molto al di sotto dei livelli attuali. Dalla metà degli anni Ottanta in poi, la produzione di terre rare iniziò a decollare e, dopo che furono introdotte agevolazioni fiscali alle esportazioni, nel 1986 il Paese superò gli Stati Uniti nel diventare il primo produttore al mondo e importante fornitore di terre rare.

Negli anni Novanta, l'elevato margine di profitto nel business delle terre rare iniziò ad attrarre molte *start-up*, tanto da aumentare notevolmente la concorrenza. Il fenomeno causò un repentino abbassamento dei prezzi e, a causa dell'eccesso di produzione, anche le esportazioni subirono un'impennata (Morrison & Tang, 2012). Come evidenziato dai dati riportati nel Grafico 1.1 tra il 1990 e il 2000, la produzione cinese è aumentata di oltre il 450%, passando da circa 16.000 a 73.000 tonnellate. Contemporaneamente, la produzione degli altri paesi è diminuita di quasi il 60%, scendendo da 44.000 a circa 16.000 tonnellate (Tse, 2011).

Dal 2000 la produzione cinese ha continuato ad aumentare, raggiungendo nel 2009 le 129.000 tonnellate, con un aumento del 77% (Tse, 2011). Tra il 2002 e il 2005 i prezzi delle terre rare raggiunsero il minimo storico, arrivando a toccare il costo di 5,50 dollari al chilogrammo. Fu proprio a causa dell'abbondanza delle terre rare cinesi a basso costo nel mercato internazionale che gli altri paesi non furono in grado di competere. All'inizio degli anni Duemila gran parte delle miniere nel mondo dovettero chiudere, compresa la miniera di Mountain Pass, in California, che fino a quel momento aveva dominato il settore. Per questi motivi, nel 2009 la produzione di terre rare provenienti dagli altri paesi scese a sole 3.000 tonnellate (Tse, 2011).

Grafico 1.1: Produzione globale di ossidi di terre rare



Fonte: Tse, 2011.

Secondo i dati dell'U.S. Geological Survey contenuti nel Mineral Commodities Summaries del 2020, nel 2019 la produzione mondiale di terre rare ha conosciuto un incremento dell'11%, passando da 190.000 a 210.000 tonnellate. Come evidenziato nella Tabella 1.2, di queste, 132.000 sono state prodotte dalle miniere cinesi, detentrici di gran parte delle riserve mondiali con oltre 44 milioni di tonnellate. Gli Stati Uniti, che rappresentano il secondo maggior produttore, hanno incrementato del 44% la loro produzione, raggiungendo nel 2019 le 26.000 tonnellate, a fronte delle 18.000 dell'anno precedente.

I dati dell'USGS evidenziano come, nonostante altri paesi come USA, Myanmar, India e Thailandia abbiano tutti incrementato la produzione di terre rare nel 2019, la Cina non ne abbia risentito. I numeri seguenti dimostrano infatti quanto sia solida l'industria delle REE e quanto saldamente la Cina continui a dominare il mercato globale.

Tabella 1.2: Produzione e riserve minerarie mondiali: le riserve di Canada, Groenlandia, Tanzania e Sud Africa sono incluse in "Other countries"

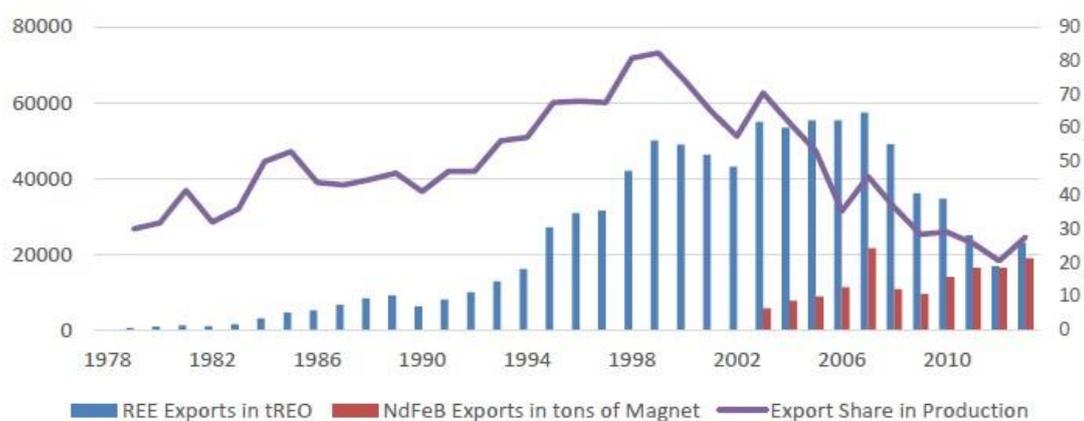
	<u>Mine Production</u>		<u>Reserves</u>
	<u>2018</u>	<u>2019</u>	
United States	18,000	26,000	1,400,000
Australia	21,000	21,000	3,300,000
Brazil	1,100	1,000	22,000,000
Burma (Myanmar)	19,000	22,000	NA
Burundi	630	600	NA
Canada	—	—	830,000
China	120,000	132,000	44,000,000
Greenland	—	—	1,500,000
India	2,900	3,000	6,900,000
Madagascar	2,000	2,000	NA
Russia	2,700	2,700	12,000,000
South Africa	—	—	790,000
Tanzania	—	—	890,000
Thailand	1,000	1,800	NA
Vietnam	920	900	22,000,000
Other countries	<u>60</u>	<u>—</u>	<u>310,000</u>
World total (rounded)	190,000	210,000	120,000,000

Fonte: Gambogi, 2020.

Un' ulteriore dimostrazione della supremazia della Cina è rappresentata dal settore delle esportazioni, che rappresenta un'importante fonte di entrate per l'industria delle terre rare. Le esportazioni sono cresciute con una media annua di oltre il 22% passando da 450 tonnellate nel 1979 a 16.000 tonnellate nel 1994, fino a raggiungere, nel 2007, il picco di 57.400 tonnellate. Come è possibile osservare dal Grafico 1.2, le esportazioni sono cresciute più rapidamente nella seconda metà degli anni Novanta, mentre al volgere del ventunesimo secolo, hanno iniziato una graduale discesa fino a subire, nel 2007, una riduzione del 45%. Da questo momento le esportazioni sono diminuite in termini assoluti a causa delle restrizioni alle esportazioni imposte dal governo centrale: dalle 57.400 tonnellate del 2007 hanno raggiunto nel 2012 le 16.793 tonnellate. Il calo più netto si è verificato nel 2011 e nel 2012, rispettivamente del 28 e del 33%.

Contemporaneamente, le esportazioni di prodotti derivati sono aumentate: il Grafico 1.2 mostra come il volume delle esportazioni di magneti permanenti NdFeB tra il 2003 e il 2012 sia quasi triplicato, crescendo da circa 5.600 ad oltre 16.300 tonnellate (Wübbeke, 2016).

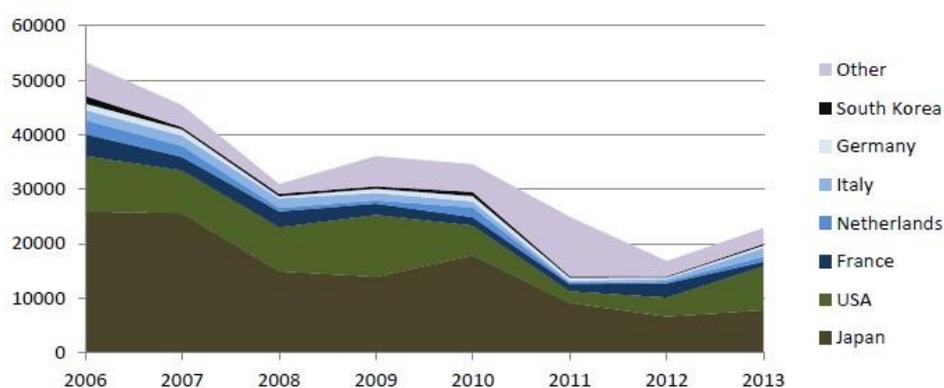
Grafico 1.2: Esportazione di prodotti a base di REE (materie prime e metalli) e di magneti permanenti a base di REE (asse sinistro) e quota delle esportazioni nella produzione di raffinerie nazionali dal 1979 al 2013



Fonte: Wübbeke, 2016.

In questi anni il maggior importatore di terre rare dalla Cina è stato il Giappone, nonostante, come illustra il Grafico 1.3, la quota delle importazioni si sia ridotta dal 49% nel 2006 al 34 % nel 2013. Dopo il Giappone, il secondo maggior importatore di terre rare sono gli Stati Uniti, i quali hanno raggiunto nel 2012 la quota del 32%. Come viene evidenziato, le esportazioni hanno avuto come altre destinazioni paesi quali: Francia, Olanda, Italia, Germania, Sud Korea e Hong Kong.

Grafico 1.3: Esportazioni di REE per destinazione dal 2006 al 2013



Fonte: Wübbecke, 2016.

Nel 2017, la Cina ha prodotto oltre l'80% dei metalli e dei composti di terre rare del mercato globale. Delle importazioni totali degli Stati Uniti, quelle provenienti dalla Cina hanno rappresentato il 78%, mentre le terre rare importate da Estonia, Francia e Giappone hanno rappresentato soltanto il 14%. Nel 2017, gli Stati Uniti hanno importato oltre 17.000 tonnellate di REE, di cui 10.000 tonnellate di composti di lantanio e 3.600 tonnellate di composti di cerio provenienti dalla Cina.

Negli anni Novanta le imprese cinesi hanno iniziato a estrarre e produrre, anche irregolarmente, terre rare su larga scala, causando un ulteriore abbassamento dei costi e il conseguente blocco dell'attività estrattiva in gran parte dei paesi concorrenti.

Al fine di regolamentare il settore delle estrazioni, nella seconda metà del 2018, il governo cinese ha iniziato a chiudere le imprese minerarie illegali riducendo la quota di produzione di terre rare a 45.000 tonnellate, in calo del 36% rispetto alle 70.000 tonnellate di inizio d'anno. Difatti, per migliorare la propria industria, la Cina è passata da esportare minerali grezzi a esportare prodotti derivati, causando quindi un forte impatto sul mercato globale. Da quando la Cina ha iniziato a combattere l'estrazione illegale di terre rare nel settembre 2018, quest'ultima è diminuita del 50%, permettendo così alle importazioni sotto

forma di concentrati derivati e chimici provenienti da Stati Uniti, Myanmar e Australia di colmare il gap di mercato. Difatti, riducendo notevolmente le attività minerarie illegali, l'industria interna ne ha risentito, vedendosi costretta a incrementare le importazioni dei prodotti mancanti. Essendo stata per anni il più grande esportatore di terre rare al mondo, la comparsa della Cina come principale importatore è stato un avvenimento sorprendente. Secondo un rapporto della società di consulenza Adamas Intelligence, il Paese nel 2018 ha importato 41.400 tonnellate di ossidi di terre rare, con un aumento del 167% su base annua (Daly, 2019).

Capitolo 2- Cina: Terre Rare e politica ambientale

In Cina il settore delle terre rare ha una storia molto lunga e tormentata a causa dell'importanza e del valore strategico che ha ricoperto e ricopre tuttora per l'intera economia. Il capitolo offre una panoramica storica delle principali tappe che hanno portato il governo nel corso degli anni ad avere un pieno controllo del settore, sia interno che a livello internazionale, soffermandosi sugli strumenti di cui la Cina si è servita per raggiungere la posizione di maggior produttore al mondo. Attraverso l'analisi del XIII° Piano Quinquennale (2016-2020) e dei documenti a esso collegati, emerge come e quanto la Cina si stia formalmente impegnando nel rendere questo settore adeguato agli standard ambientali internazionali, attraverso una spinta alla modernizzazione dell'industria, un maggior accentramento del controllo sotto il potere centrale, una netta riduzione delle emissioni inquinanti e una maggiore vigilanza sul settore illegale sommerso.

Dopo le ottime intenzioni espresse dal governo rispetto alle tematiche ambientali, affiorano però i limiti delle politiche *green* della Cina. Sebbene il XIII° Piano Quinquennale rappresenti una svolta nella storia politica del Paese, le conseguenze che l'intero settore delle terre rare riversa sull'ambiente, sulla salute degli abitanti e sull'intero contesto sociale che ruota attorno all'industria mineraria, ritraggono il paradosso che le terre incarnano in questo momento. Rappresentano elementi chiave per una rivoluzione verde, ma allo stesso tempo causano devastazione dell'ecosistema e snaturamento delle società.

2.1 Industria delle REE. Un settore sotto il controllo governativo

Rispetto ad altre industrie cinesi, quella delle terre rare è di piccole dimensioni. Pensiamo ad esempio all'industria del carbone: questa ricopre un valore di 1000 miliardi di Renminbi, mentre quella delle REE vale soltanto 0,8 miliardi. Anche se confrontata alle più piccole industrie di metalli ferrosi o non ferrosi, il valore generale del settore delle terre rare è alquanto basso. Tuttavia, l'importanza dell'uso di questi minerali per la fabbricazione di prodotti *hi-tech* rende quello delle terre rare un settore strategico di rilevanza nazionale (Wübbeke, 2013).

Secondo Shen, Moomy & Eggert (2020) le politiche del governo cinese nei confronti dell'industria delle terre rare possono essere suddivise in cinque fasi distinte, ognuna delle quali riflette un diverso approccio. La prima fase relativa agli anni 1975-1990, vede la promozione delle esportazioni dei minerali grezzi. La seconda, degli anni 1991-1998, vede l'attuazione delle prime politiche restrittive alla produzione e agli investimenti stranieri. Relativa al decennio 1999-2009, la terza fase è caratterizzata da ulteriori restrizioni imposte al settore produttivo e a quello delle esportazioni, ma anche dalla promozione del settore domestico. La quarta, relativa al quinquennio 2010-2015, vede l'attuazione da parte del governo di più ampie restrizioni relative alle esportazioni e la conseguente controversia internazionale. Iniziata nel 2016, la quinta e ultima fase vede il consolidamento dell'industria delle REE attraverso l'attuazione di norme specifiche.

Il governo centrale cinese iniziò a regolamentare il settore delle REE nel 1975, quando istituì il National Rare Earth Development and Application Leading Group, che dal 2003 ha preso il nome di Rare Earth Office *Xitu bangongshi* 稀土办公室². Per incoraggiare

²²Le funzioni di questo ufficio sono passate, nel corso degli anni, sotto numerose entità istituzionali che dal 1975 hanno esercitato l'autorità sull'industria delle REE. Nel 1988, sotto il Consiglio di Stato, il governo istituì il RE Leading Group per regolamentare ulteriormente la produzione e guidare le esportazioni. Tra il 1995 e il 2002, ad occuparsi del settore REE è stata invece la Commissione Statale per la pianificazione dello sviluppo.

lo sviluppo del settore minerario delle terre rare, tra il 1975 e il 1990, lo scopo principale del governo fu di aumentare le esportazioni, in quanto il consumo interno non era sufficiente a sostenere una forte crescita del settore. Nel 1985, per incrementare le esportazioni furono emanate ulteriori facilitazioni fiscali, cosicché le imprese beneficiassero di un rimborso stimato tra il 13% e il 17% sulla tassa di esportazione (Shen, Moomy & Eggert, 2020). In questi anni il Giappone aumentò le importazioni di REE dalla Cina da circa 1000 a 2000 tonnellate e anche gli Stati Uniti iniziarono ad importare una simile quantità nei primi anni Ottanta (Hurst, 2010). È così che dal 1985 al 1990, come evidenziato dal Grafico 1.2, la produzione di terre rare è raddoppiata da 8500 a 16.500 tonnellate, con un tasso di crescita annuo del 14% permettendo così alla Cina di superare gli Stati Uniti come primo produttore mondiale e importante fornitore di REE.

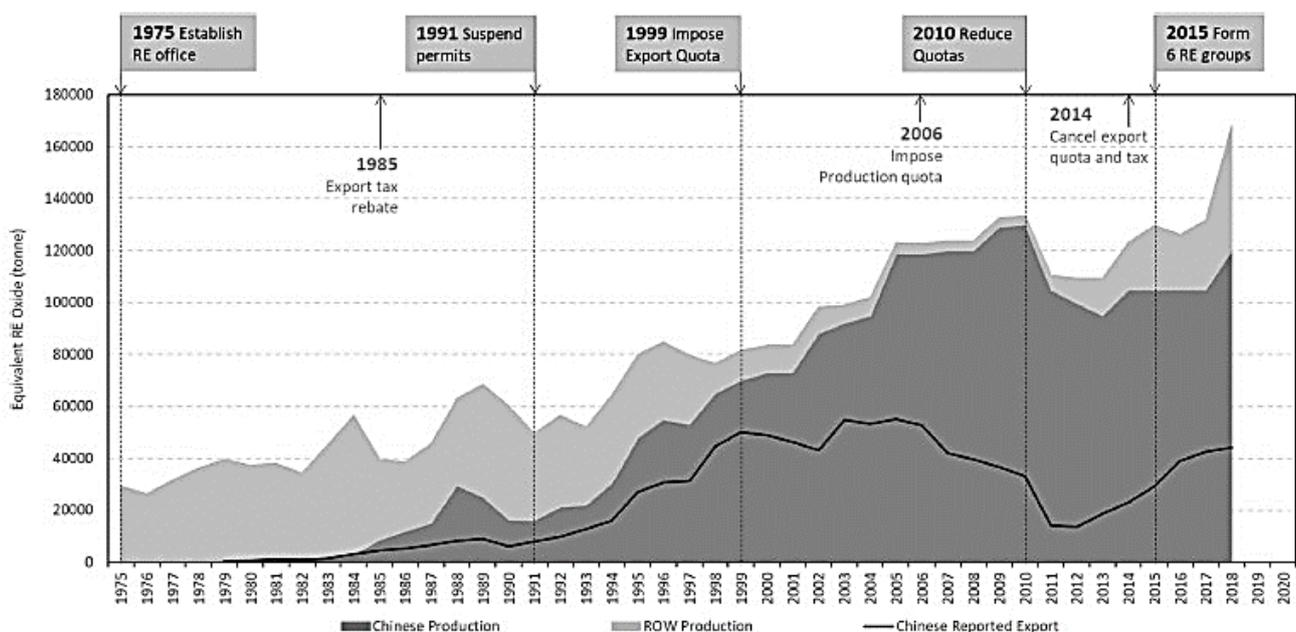
In questa fase il governo ebbe difficoltà a regolamentare in modo uniforme il settore delle terre rare. Infatti, a causa della forte concorrenza tra il gran numero di produttori, nonostante l'aumento della domanda, i prezzi delle terre rare diminuirono in modo drastico. Sorsero in aggiunta altri problemi: con il diffondersi della produzione illegale di REE, i prezzi subirono un ulteriore ribasso. Evitando le tasse e trascurando gli standard ambientali, i costi del settore illegale erano difatti nettamente inferiori, esercitando una pressione al ribasso sui prezzi (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

Il governo centrale iniziò così a rendersi conto dell'importanza delle terre rare, del loro valore strategico e dell'urgenza di affrontare questi problemi. In primo luogo, all'inizio degli anni Novanta la Cina iniziò a limitare gli investimenti esteri, imponendo che fossero

Nel 2003, questa Commissione è stata rinominata National Development and Reform Commission (NDRC) sotto cui è stato ripristinato il Rare Earth Office. Durante la riforma del 2008, che ha visto il passaggio delle competenze sulle normative industriali al Ministero dell'Industria e dell'Informatica (MIIT), il Rare Earth Office si è spostato nuovamente. Altre due istituzioni, il Ministero della Terra e delle Risorse (MLR) e il Ministero del Commercio (MOFCOM), gestiscono i permessi per le estrazioni il primo, e quelli per le esportazioni il secondo (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

prima approvati dal Rare Earth Office. In secondo luogo, a partire dal 1991 furono sospese le licenze per l'estrazione mineraria, rinnovandole soltanto alle aziende qualificate. Sempre nel 1991, le terre rare furono definite dal governo come “*national protective exploitation minerals*”, chiarendo la propria necessità di regolamentare tutte le fasi del processo di approvvigionamento. In particolare, le imprese statali approvate dal Rare Earth Office avevano la precedenza nelle attività estrattive; le aziende cooperative, non di proprietà dello Stato ma dei lavoratori che vi operano, potevano estrarre soltanto piccole quantità di minerali; alle imprese private invece, non era consentito operare nel settore. Come dimostra il Grafico 2.4, questa serie di norme oltre ad aver permesso al governo un maggior controllo del settore, ha permesso di registrare la più rapida crescita nella produzione di REE: dalle 16.150 tonnellate del 1991 la produzione totale è passata nel 1998 a 65.000 tonnellate, con un tasso di crescita annuo del 22% (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

Grafico 2.4: Produzione di REE della Cina e del resto del mondo e andamento delle esportazioni cinesi



Fonte: Shen, Moomy & Eggert, 2020.

I problemi dovuti al forte sviluppo dell'industria delle REE che avevano caratterizzato la prima fase degli anni 1975-1990, si erano aggravati ancor più con la rapida crescita degli anni Novanta. Il dibattito principale verteva sulle tematiche ambientali da un lato e sulla promozione della crescita economica dall'altro. Se nella fase precedente la questione economica aveva dominato la scena politica, nella terza fase i problemi legati alla sostenibilità ambientale e alla disponibilità delle risorse iniziarono a prendere campo. Furono introdotte pertanto quote di esportazione e di produzione, tasse di esportazione sui prodotti a base di REE e ulteriori restrizioni sugli investimenti stranieri. Tali restrizioni incoraggiarono lo sviluppo del settore a valle (il quale prevede l'uso di terre rare per la fabbricazione di prodotti intermedi o per processi industriali), offrendo alle imprese cinesi materie prime più economiche e costringendo quelle straniere a spostare parte della produzione in Cina.

È nel 1999 che, per controllare la produzione totale e le attività illegali ai confini del Paese, il governo introdusse la quota di esportazione, la più importante normativa sul mercato internazionale delle REE. Oltre a ridurre la quantità di esportazioni delle terre rare, la Cina introdusse specifiche restrizioni per sostenere lo sviluppo del settore a valle, limitare la produzione di REE e proteggere queste risorse non rinnovabili. A partire dal 2002 furono limitati gli investimenti stranieri: vennero autorizzate soltanto *joint-venture*³, mentre nessuna impresa interamente di proprietà estera avrebbe potuto investire nel settore delle terre rare. Dal 2004 persino il rimborso sulle tasse di esportazione, che aveva accelerato lo sviluppo dell'industria negli anni Novanta, venne gradualmente abolito (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

³ La Joint Venture è un tipo di società di capitali in cui l'oggetto sociale può essere molto ampio e comprendere attività produttive, commerciali o di servizi. In Cina è stata la prima forma d'investimento straniero permessa dal governo ed è stata la forma più utilizzata fino ai primi anni 2000 (Chiomenti, 2013).

Un altro strumento ad avere un forte impatto sulla catena di approvvigionamento è stata, nel 2006, l'introduzione da parte del Ministero del Territorio e delle Risorse (MLR) (*Guotu ziyuanbu* 国土资源部) della quota di produzione sui concentrati di terre rare e di un'ulteriore quota, introdotta nel 2007 dalla Commissione Nazionale per lo Sviluppo e la riforma (NDRC) (*Fazhan he gaige weiyuanhui* 发展和改革委员会). L'ultima quota è stata poi emessa nel 2009 dal Ministero dell'Industria e dell'Informatica (MIIT) (*Gongye he xinxi hua bu* 工业和信息化部), a seguito del passaggio del Rare Earth Office dal NDRC al MIIT.

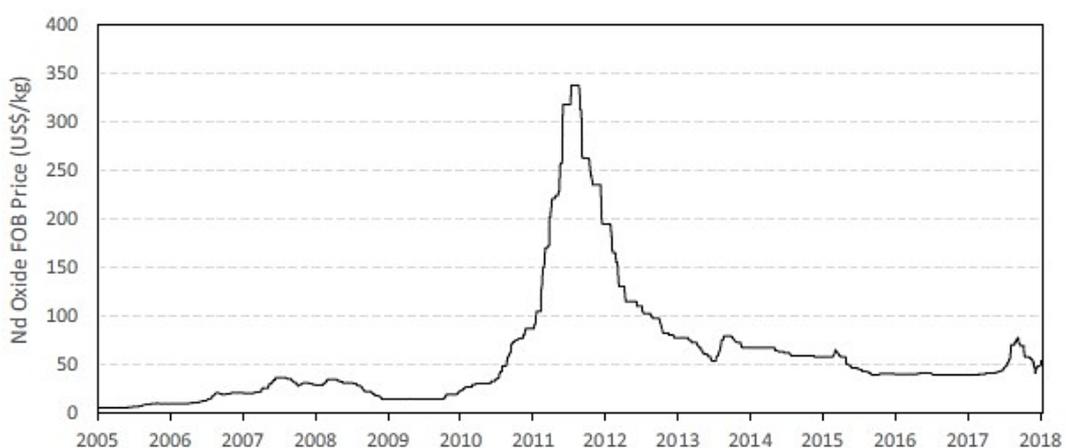
Vitale per la riorganizzazione dell'intera industria mineraria è stato anche il documento "Notice on Rectification and Standardization of Development Order of Mineral Resources", che confermava i problemi di cattiva gestione, di spreco delle risorse, di inquinamento ambientale e di estrazione illegale dell'industria mineraria. Il documento precisava inoltre i requisiti necessari per operare nell'industria delle REE e indicava il MLR insieme ad altri ministeri quali il NDRC, il Ministero del Commercio (MOFCOM) (*Shangwu bu* 商务部) e il MIIT come i responsabili della rettifica delle attività minerarie, di separazione, di produzione e di commercio di prodotti a base di terre rare.

Seguendo la tendenza a limitare le esportazioni, nel 2007 la Cina ha introdotto tasse alle esportazioni con aliquota del 10% per tutti i minerali, gli ossidi e i composti. Nel 2008, per alcuni prodotti queste tasse salirono poi al 15% e 25%. Queste imposte avevano lo scopo di incentivare il settore a valle, limitare la produzione e salvaguardare le risorse non rinnovabili. Tuttavia, si sono involontariamente creati margini di profitto ancora più elevati per le imprese illegali. Le tasse hanno scoraggiato le esportazioni legali di prodotti, favorendo una trasformazione del settore: se dopo il 2005 il volume delle esportazioni di prodotti semi-lavorati ha subito una forte calo, è aumentata invece la produzione interna di prodotti altamente processati.

I risultati delle politiche di questi anni sono stati il declino delle esportazioni, che, come è evidenziato nel Grafico 2.4, è sceso da 69.547 tonnellate nel 1999 a 63.149 tonnellate nel 2005, fino a 43.918 tonnellate nel 2009. Anche la crescita della produzione è stata rallentata, dal 9,25% annuo nel periodo 1999-2005 a circa il 2% annuo nel periodo 2005-2009; mentre è aumentata la crescita del consumo interno di prodotti primari a base di REE (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

Durante il quinquennio 2010-2015, il problema delle attività minerarie illegali era ancora presente, tanto che il governo cinese introdusse politiche più severe in materia di illegalità e protezione ambientale. Le attività illecite difatti, eludendo il fisco, violavano le norme per la tutela dell'ambiente danneggiandolo in modo considerevole. In particolare, rendendo più difficile l'ottenimento dei permessi per le esportazioni, il governo è riuscito a influenzare sia gli standard industriali che quelli ambientali, premiando le aziende regolari che li rispettavano. Di conseguenza, come si evidenzia nel Grafico 2.5, i prezzi delle REE videro un notevole rialzo.

Grafico 2.5: Prezzo di esportazione cinese dell'ossido di Neodimio



Fonte: Shen, Moomy & Eggert, 2020.

L'aumento repentino dei prezzi che, come mostra il Grafico soprastante, ha raggiunto il picco a metà del 2011, ha portato paesi come USA, Australia e Russia, ad ampliare la propria capacità produttiva in risposta alla carenza di approvvigionamento da parte del maggiore produttore. La produzione del resto del mondo è difatti aumentata da 3380 tonnellate nel 2010, a 21.200 tonnellate nel 2016.

Le politiche restrittive nei confronti del commercio internazionale hanno innescato proteste da parte di Stati Uniti, Giappone e Unione Europea, le cui industrie *hi-tech* dipendevano dalle terre rare importate dalla Cina. Questi Paesi, rendendosi conto della loro vulnerabilità e dal ruolo strategico ricoperto dalla Repubblica Popolare Cinese, citarono quest'ultima in giudizio presso il WTO (World Trade Organization)⁴. A detta dei Paesi importatori, l'obiettivo della politica cinese era quello di alzare il prezzo delle terre rare così da spingere le aziende straniere a trasferire i loro stabilimenti in Cina. In questo modo, la Cina avrebbe potuto rafforzare l'industria manifatturiera a valle e quella *hi-tech*, non ancora sufficientemente sviluppate, per sconfiggere la concorrenza. Le argomentazioni portate avanti dai tre Paesi importatori vertevano principalmente sull'incompatibilità delle misure restrittive applicate dalla Cina con la normativa del WTO e con gli impegni assunti dalla RPC e previsti nel Protocollo di Adesione della Repubblica Popolare Cinese⁵. La Cina sosteneva che tali misure erano state attuate seguendo gli articoli XI e XII del GATT (General Agreements on Tariffs and Trade)⁶, con l'intento di salvaguardare le risorse naturali esauribili, l'ambiente e la salute delle persone. Nonostante ciò, le misure attuate dalla Cina

⁴Fondato il 1° gennaio 1995, il WTO è l'Organizzazione mondiale del commercio che si occupa di regolamentare gli scambi commerciali multilaterali tra i 164 paesi membri (World Trade Organization, URL: <https://www.wto.org/index.htm>).

⁵Documento importante che, insieme al Working Party Report (WPR), delimita le modalità e i tempi di adesione della Cina al WTO (Cavalieri, 2003).

⁶Nato a Ginevra nel 1947, il GATT è un trattato internazionale che ha l'intento di favorire la liberalizzazione del commercio internazionale; con l'istituzione del WTO, il GATT è stato inglobato e viene tutt'ora amministrato da quest'ultimo (Treccani, URL: <http://www.treccani.it/enciclopedia/general-agreement-on-tariffs-and-trade/>).

furono riconosciute incompatibili con la normativa del WTO in quanto avrebbero permesso al Paese di controllare il mercato internazionale. Conseguentemente, nel 2015 il Paese ha annullato ogni tipo di restrizione, evidenziando l'importanza di stimolare il settore delle esportazioni a discapito dell'interesse di proteggere le risorse e l'ambiente (Wübbecke, 2013).

La fine della disputa in sede WTO con USA, Giappone e Unione Europea ha sancito l'inizio di un nuovo periodo di sviluppo dell'industria mineraria cinese. La sconfitta nella controversia, ha portato la Cina all'utilizzo di strumenti di politica interna anziché di ulteriori restrizioni nel commercio internazionale. L'ultima fase iniziata nel 2016 è stata sin da subito caratterizzata dal tentativo di stabilire ordine nel settore, affrontando i problemi di inquinamento ambientale e incoraggiando l'uso a valle di REE. Uno degli strumenti introdotti dal governo è stata la legge fiscale sulla protezione ambientale, approvata dal Congresso Nazionale ed entrata in vigore nel 2018. La legge da una parte ha obbligato le imprese a internalizzare i loro costi ambientali e dall'altra ha aiutato a combattere le attività estrattive illegali (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

Con un documento del MIIT del 2017 sono state anche ufficializzati i nomi, elencati nella Tabella 2.3, delle sei grandi imprese statali che monopolizzano il settore minerario. Il governo centrale attraverso la Commissione per la Supervisione e l'Amministrazione dei beni di proprietà dello Stato controlla le prime tre imprese, le restanti hanno come maggiori *stakeholders* i governi provinciali e municipali. Ciascuna di queste aziende copre varie parti della catena di approvvigionamento di terre rare, tanto che, essendo tutte di proprietà statale, permettono al governo di controllare l'intero settore efficacemente.

Tabella 2.3: Le imprese statali leader del settore delle REE

	Headquarters	Concentrate		Separation	
		Assigned quota	Share (%)	Assigned quota	Share (%)
China Minmetals Corporation	Beijing	2260	2.15	5658	5.66
Aluminum Corporation of China Limited	Beijing	12,350	11.76	16,294	16.29
China Northern Rare Earth (Group) High-tech Limited	Inner Mongolia	59,500	56.67	50,084	50.08
Xiamen Tungsten Corporation	Fujian	1940	1.85	2663	2.66
China Southern Rare Earth Group	Jiangxi	26,750	25.48	15,197	15.20
Guangdong Rare Earth Industry Group	Guangdong	2200	2.10	10,104	10.10
Total		105,000	100.00	100,000	100.00

Fonte: Shen, Moomy & Eggert, 2020.

Altro strumento di politica interna introdotto dal governo è sicuramente il Piano di Sviluppo dell'Industria delle terre rare (2016-2020). Come vedremo più dettagliatamente nel paragrafo seguente, il Piano di Sviluppo dimostra come la Cina continui a portare avanti politiche stimolanti per lo sviluppo del settore a valle, al fine di accrescere il valore dell'intera filiera.

Come evidenziato dall'evoluzione storica delle politiche per il settore delle terre rare, il governo centrale ha accresciuto il proprio controllo su l'intera filiera industriale. Da quando le terre rare sono state riconosciute come elementi strategici, la Cina ha sempre tentato di accrescere il valore delle risorse a sua disposizione. Per fare ciò il governo ha, da un lato, limitato il coinvolgimento di attori stranieri sia nel settore *upstream* che *midstream* e, dall'altro, non ha posto limiti alle esportazioni di prodotti derivati (ad eccezione dei prodotti NdFeB) (Wübbecke, 2013).

2.2 La politica del Governo cinese: il XIII° Piano Quinquennale (2016-2020) e le nuove *green guidelines*

L'evoluzione delle priorità del governo centrale nei confronti dell'industria delle terre rare è stata sottolineata dalla pubblicazione del XIII° Piano Quinquennale (*Di shisan ge wu nian guihua* 第十三个五年规划), strumento principale per la delineazione delle politiche industriali, che per il settore dei metalli non ferrosi è stato diffuso dal MIIT nell'ottobre del 2016.

Come sottolineano Kennedy & Johnson (2016), la struttura organizzativa del documento originale evidenzia l'importanza attribuita dal governo ad alcune tematiche. All'interno dei documenti ufficiali le priorità vengono sempre poste per prime e i problemi più discussi sono quelli ritenuti più importanti. Come evidenziato dalla Tabella 2.4, la sezione iniziale del Piano fornisce una breve analisi delle circostanze economiche del Paese, esponendo prima gli obiettivi principali e poi quelli più specifici. A differenza dei precedenti, il 13° Piano verte però su cinque temi o concetti (*linian* 理念) esposti per la prima volta nel documento. Viene posto un forte accento sulla promozione dell'innovazione e sull'incoraggiamento dello sviluppo di tecnologie avanzate, insieme alla razionalizzazione della produzione; viene sottolineata l'importanza di una maggiore protezione ambientale, il miglioramento della posizione della Cina nella scena economica globale, insieme alla crescita del welfare sociale.

Tabella 2.4: Struttura del testo del XIII° Piano Quinquennale

Sections	Chapters	Page Length	Content
1	1-5	12	Introduction: Aims, targets and themes
2-5	6-28	38	Innovation: Science and technology
6-9	29-41	28	Coordination: Regional development and integration
10	42-48	15	Green: Environment and resources
11-12	49-53	7	Openness: International trade and investment
13-16	56-69	29	Shared Growth: Social welfare
17-18	70-76	10	Governance: Social and political institutions
19	77-78	2	The Economy and National Defense
20	79-80	3	Strengthening Implementation

Fonte: Kennedy & Johnson, 2016.

Nello specifico, alcuni dei temi chiave elencati sopra, riflettono l’attitudine del governo nei confronti dell’industria dei metalli non ferrosi: potenziamento tecnologico, innovazione interna, adeguamento della struttura industriale, protezione ambientale e conservazione delle risorse sono i temi riportati nel nuovo Piano, ai quali la Cina si è saldamente ancorata.

A dimostrazione dell’impegno del governo di riformare sotto vari aspetti l’industria mineraria, riportiamo di seguito alcuni frammenti del XIII° Piano Quinquennale. Il primo di questi è contenuto nella terza sezione del 22° capitolo intitolato “Implementare la strategia di potenza manifatturiera” (*Shishi zhizao qianguo zhanlue* 实施制造强国战略), dedicata alla trasformazione e all’aggiornamento del settore industriale tradizionale.

实施制造业重大技术改造升级工程，完善政策体系，支持企业瞄准国际同行业标杆全面提高产品技术、工艺装备、能效环保等水平，实现重点领域向中高端的群体性突破[...] (Xinhua, 2016)。

Trasformeremo e aggiorneremo le principali tecnologie di produzione e miglioreremo le politiche per supportare le imprese nell'emulazione di modelli mondiali in termini di tecniche, processi, attrezzature, efficienza energetica e protezione ambientale, aiutando così i settori manifatturieri chiave a spostarsi nella fascia medio-alta [...].

Il paragrafo seguente proviene invece dalla quarta sezione del 43° capitolo del Piano, intitolato “Promuovere la conservazione delle risorse e il consumo intensivo” (*Tuijin ziyuan jieyueliyong* 推进资源节约集约利用) e dedicata alla conservazione e alla gestione delle risorse minerarie.

强化矿产资源规划管控，严格分区管理、总量控制和开采准入制度，加强复合矿区开发的统筹协调。支持矿山企业技术和工艺改造，引导小型矿山兼并重组，关闭技术落后、破坏环境的矿山。[...]完善优势矿产限产保值机制 (Xinhua, 2016)。

Rafforzeremo la pianificazione e la gestione delle risorse minerarie; metteremo in atto sistemi rigorosi che assicurino la loro gestione regionale, controlleremo lo sfruttamento totale e richiederemo l'autorizzazione mineraria; coordineremo meglio le molteplici attività minerarie. Sosterremo l'aggiornamento tecnologico e dei processi nelle imprese minerarie, guideremo la fusione e la riorganizzazione di piccole miniere e interromperemo le attività minerarie che utilizzano tecniche obsolete o sono indesiderabili dal punto di vista ambientale. [...] Miglioreremo i meccanismi per mantenere stabili i prezzi dei minerali superiori limitandone la produzione.

Strettamente connessi alla questione ambientale, in termini di riduzione delle emissioni, di monitoraggio del rispetto delle normative e di prevenzione dell'inquinamento, sono invece i paragrafi seguenti, tratti rispettivamente dalla seconda e terza sezione del 44° capitolo intitolato “Rafforzare la governance ambientale globale” (*Jia da huanjing zonghe zhili lidu* 加大环境综合治理力度).

实施工业污染源全面达标排放计划。完善污染物排放标准体系，加强工业污染源监督性监测，公布未达标企业名单，实施限期整改。城市建成区内污染严重企业实施

有序搬迁改造或依法关闭。[...] 对中小型燃煤设施、城中村和城乡结合区域等实施清洁能源替代工程。[...] 实施重点行业清洁生产改造 (Xinhua, 2016)。

Garantiremo che tutti gli inquinatori industriali rispettino gli standard sulle emissioni. Miglioreremo gli standard sulle emissioni, rafforzeremo il monitoraggio di supervisione delle fonti di inquinamento industriale, pubblicheremo una lista nera delle imprese che non soddisfano gli standard sulle emissioni e richiederemo a tali imprese di apportare correzioni entro un periodo di tempo stabilito. Tutte le imprese fortemente inquinanti situate all'interno di distretti urbani saranno trasferite, ristrutturare o, in conformità con la legge, chiuse. [...] Promuoveremo l'uso di energia pulita alternativa nei villaggi urbani e aree urbano-rurali e sostituiranno le piccole e medie strutture a carbone. [...] Le industrie principali saranno trasformate per ottenere una produzione pulita.

实施环境风险全过程管理。加强危险废物污染防治，开展危险废物专项整治。加大重点区域、有色等重点行业重金属污染防治力度。加强有毒有害化学物质环境和健康风险评估能力建设[...] (Xinhua, 2016)。

Garantiremo una gestione integrata del rischio ambientale. Rafforzeremo la prevenzione e il trattamento dell'inquinamento causato da rifiuti pericolosi e condurremo un'iniziativa per trattare i rifiuti pericolosi. Intensificheremo la prevenzione e il controllo dell'inquinamento da metalli pesanti nelle regioni principali e nelle principali industrie come quelle di metalli non ferrosi, aumenteremo le capacità di valutazione dei rischi per l'ambiente e per la salute posti dalle sostanze chimiche tossiche e pericolose.

Infine, il paragrafo seguente è tratto dalla prima sezione del 47° capitolo intitolato “Migliorare i meccanismi per garantire la sicurezza ecologica” (*Jianquan shengtai anquan baozhang jizhi* 健全生态安全保障机制), il quale presenta i sistemi per la prevenzione e il controllo dell'inquinamento ambientale che il governo vuole introdurre al fine di mantenere una “Cina ecologicamente sicura” (*Baozhang guojia shengtai anquan* 保障国家生态安全) (Xinhua, 2016).

[...] 建立覆盖资源开采、消耗、污染排放及资源性产品进出口等环节的绿色税收体系。[...] 建立健全生态环境损害评估和赔偿制度，落实损害责任终身追究制度 (Xinhua, 2016)。

[...] Istituiremo un sistema di eco-tassa che copra alcune aree, tra cui l'estrazione mineraria, il consumo di risorse, lo scarico di sostanze inquinanti e l'importazione e l'esportazione di prodotti a base di risorse. [...] Stabiliremo sistemi validi per la valutazione e la compensazione dei danni ecologici e ambientali e metteremo in atto un sistema di responsabilità permanente per tali danni.

Tra i documenti collegati al 13° Piano e riguardanti l'industria delle terre rare vi sono il Made in China 2025 Program (*Zhongguo zhizao erlengerwu* 中国制造 2025), il Development Plan of Rare Earth Industry (*Youse jinshu gongye fazhan guihua* 有色金属工业发展规划) e il Mineral Resource Plan (*Quanguo kuangchan ziuan guihua* 全国矿产资源规划).

Annunciato per la prima volta nel dicembre 2014 il Made in China 2025 Program è stato formalmente lanciato a maggio del 2015. Al suo interno vi è presentato il piano nazionale per lo sviluppo industriale dal 2015 al 2025, che incoraggia una produzione ad alto livello tecnologico per il raggiungimento dell'indipendenza dai fornitori stranieri.

Il governo cinese, esprimendo la propria preoccupazione nei confronti della debole capacità di innovazione, del ritardo tecnologico rispetto agli standard internazionali, della bassa efficienza nell'utilizzo delle risorse e della poca organizzazione della struttura industriale, affronta nel documento le contromisure strategiche per superare questi problemi. Queste includono: l'implementazione di una rete digitale per una produzione intelligente, il miglioramento della capacità di progettazione, lo sviluppo di sistemi di produzione altamente tecnologici, il rafforzamento della base manifatturiera, il miglioramento della qualità dei prodotti, lo sviluppo di una produzione ecosostenibile, la formazione di imprese competitive e lo sviluppo di servizi di produzione all'avanguardia.

Queste argomentazioni vanno, insieme, a delineare lo schema presentato nel 2015, il cui tema fondamentale rappresenta la transizione della Cina da centro di produzione a basso costo, con tecnologie medio-basse, a Paese altamente manifatturiero, competitivo in ambito internazionale, la cui produzione è basata su innovazione, tecnologia e conoscenza.

深入实施《中国制造2025》，以提高制造业创新能力和基础能力为重点，推进信息技术与制造技术深度融合，促进制造业朝高端、智能、绿色、服务方向发展，培育制造业竞争新优势 (Xinhua, 2016)。

Incrementeremo il piano Made in China 2025. Ponendo l'accento sul miglioramento della capacità innovativa e delle capacità di base della produzione, promuoveremo l'integrazione profonda delle tecnologie dell'informazione e della tecnologia di produzione e favoriremo lo sviluppo di prodotti di fascia alta, intelligenti ed ecologici e una produzione orientata ai servizi in modo da promuovere nuovi vantaggi competitivi nella produzione.

Il paragrafo sopra menzionato, tratto dal 22° capitolo del Piano Quinquennale, dimostra l'ambizione del Made in China 2025 Program, il quale cerca di dare il via ad una massiccia spinta tecnologica in tutta l'economia che vede, nel decennio 2015-2025, la prima fase di un nuovo ciclo di rivoluzione tecnologica e industriale.

Nonostante l'apparente carattere rivoluzionario, l'iniziativa contiene pochi argomenti veramente nuovi, in quanto sia gli obiettivi, gli strumenti e l'intera gamma di tecnologie chiave, erano già stati introdotti precedentemente. In quanto tale, il programma raccoglie un'ampia gamma di politiche per lo sviluppo tecnologico in un unico testo, di cui l'inserimento della tecnologia nel settore manifatturiero, la protezione ambientale, la conservazione delle risorse e la riduzione dei gas serra, costituiscono importanti obiettivi.

Più dei precedenti piani, il Made in China 2025 Program sottolinea la necessità di una cooperazione internazionale nella ricerca, nella manifattura, nel commercio e negli investimenti ed enfatizza l'importanza dei progetti pilota per testare i nuovi sistemi in città modello, prima della loro divulgazione a livello nazionale. La città di *Ningbo* 宁波, capitale della provincia di *Zhejiang* 浙江, è stata selezionata per mettere in pratica questa transizione tecnologica, ricevendo oltre 200 milioni di Renminbi di finanziamenti. Qui i settori indicati per compiere importanti progressi tecnologici e diventare i futuri pilastri dell'economia sono: informatica, robotica, apparecchiatura aerospaziale, ingegneria navale, industria ferroviaria, veicoli elettrici, apparecchiature agricole e apparecchiature mediche e biomediche. Le terre

rare, trovando applicazione in quasi tutti gli ambiti sopra elencati, sono pienamente integrate nella logica dell'iniziativa Made in China 2025 e costituiscono un elemento importante nella politica del governo centrale al fine rendere la Cina una delle economie più potenti al mondo (Tauble, 2017).

Il Development Plan of Rare Earth Industry, pubblicato nel settembre del 2016, si basa sulle argomentazioni del 13° Piano Quinquennale e del Made in China 2025 Program, per la creazione di un ambiente di mercato favorevole e per la promozione dell'industria dei metalli non ferrosi. A testimonianza del valore attribuito all'industria delle REE, il Piano apre dicendo:

有色金属工业是制造业的重要基础产业之一，是实现制造强国的重要支撑。[...] “十三五”时期是我国全面建成小康社会的决胜阶段，也是我国迈入世界有色金属工业强国行列的关键时期 (MIIT, 2016b)。

L'industria dei metalli non ferrosi è una delle principali industrie di base e un importante pilastro per realizzare l'obiettivo di diventare un grande Paese manifatturiero. [...] La fase coperta dal 13° Piano Quinquennale è un momento cruciale per permettere al nostro Paese di marciare in prima fila tra le potenti Nazioni dell'industria dei metalli non ferrosi.

Come evidenziato nella Tabella 2.5, gli obiettivi chiave contenuti nel documento testimoniano che la Cina continuerà a portare avanti politiche stimolanti per lo sviluppo e l'innovazione nel settore a valle, al fine di aumentare l'intera catena di fornitura delle terre rare.

Tabella 2.5: Indicatori di sviluppo delle terre rare durante il 13° Piano Quinquennale

Indicators	2015	2020	Accumulated change in 5 years
1. Economic indicators			
Industrial added-value annual growth (%)	12.5	16.5	–
Industrial profit rate (%)	5.8	12	6.2
Key R&D spending to main revenue (%)	3	5	2
2. Production indicators			
Capacity of smelting and separations (1000 t)	300	200	– 100
Output of smelting and separations (1000 t)	100	<140	< 40
Light RE beneficiation recovery rate (%)	75	80	5
Ion-adsorbed RE beneficiation recovery rate (%)	75	85	10
Light RE smelting and separations recovery rate (%)	90	92	2
Ion-adsorbed RE smelting and separations recovery rate (%)	94	96	2
Percentage of firms satisfying information and industrial standards (%)	30	90	60
3. Environmental development indicators			
Reduce the emission of main contaminants (SO ₂ , NH ₃ -N, waste water, and so on)	–	–	20
Percentage of firms satisfying energy consumption standards (%)	40	90	50
4. Application industry development indicators			
Market share of advanced RE functional materials and devices (%)	25	50	25
Export proportion of primary raw materials (%)	57	30	– 27
Main RE functional materials (permanent magnets, catalysts, hydrogen storage material) have annual growth of 15%			

Fonte: Shen, Moomy & Eggert, 2020.

Tra gli indicatori economici, l'obiettivo indicato per il valore aggiunto industriale è di difficile raggiungimento, in quanto dopo il 2013 la quota della Cina nel consumo finale è diminuita. Il raggiungimento di questo obiettivo dipende maggiormente dalla domanda di consumo, dagli sforzi fatti da altri paesi per proteggere le terre rare cinesi e dai progressi nella ricerca volta a trovare il sostituto di questi minerali.

L'indicatore di produzione finale promuove l'istituzione del sistema di tracciabilità del prodotto, che assisterà il governo centrale nella supervisione dell'intero settore, ma solo se il tasso di conformità avrà dei miglioramenti. La creazione di questo sistema prevede l'utilizzo di meccanismi di condivisione delle informazioni, quali le fatture specifiche, le dichiarazioni di esportazione e gli archivi gestionali aziendali, che aiuteranno il monitoraggio del settore.

Per quanto riguarda gli indicatori di sviluppo ambientale, il MIIT specifica che tutte le aziende dovranno seguire le normative, che approfondiremo successivamente, tra cui lo “Industrial Green Development Plan” (*Gongye luse fazhan guihua* 工业绿色发展规划), i “Rare Earth Industrial Standards” (*Xitu hangye guifan tiaojian* 稀土行业规范条件) e gli

“Emission Standards of Pollutants from Rare Earths Industry” (*Xitu gongye wuran wu paifang zhun* 稀土工业污染物排放准). Inoltre, la Environmental Tax Law (*Huanjing shuifa* 环境税法) del 2018 può aiutare a internalizzare i costi dell'inquinamento nel processo decisionale delle imprese e fornire le basi per l'applicazione delle norme (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

Diversamente, Il National Mineral Resource Plan 2016-2020 è un documento che stabilisce indicatori di avvertimento, valori di soglia e un modello di valutazione completo, al fine di incoraggiare la creazione di un meccanismo di rilevamento e monitoraggio dei minerali per l'industria delle terre rare. Promuove inoltre l'analisi della domanda e dell'offerta dei prodotti e propone di intensificare la capacità di avvertire i rischi in caso di conflitto internazionale. Il Piano riflette l'intenzione della Cina di stabilire basi energetiche per garantire l'approvvigionamento delle risorse nazionali, attraverso la costruzione di infrastrutture, la distribuzione delle risorse, la gestione dei progetti e le politiche industriali per la promozione dello sfruttamento delle risorse su larga scala e dello sviluppo dell'apparato industriale. L'obiettivo del National Mineral Resource Plan è pertanto quello di aiutare il processo decisionale del governo centrale per guidare lo sviluppo di tutta la filiera industriale delle REE (Shen, Moomy & Eggert, 2020).

Inerenti al rafforzamento degli standard ambientali, il Ministero per la Protezione Ambientale (MEP) (*Huajing baohu bu* 环境保护部) ha aperto, nel 2011, un periodo di nuove strategie per la protezione dell'ambiente formulando gli “Emission Standards of Pollutants from Rare Earths Industry”. Quest'ultimi hanno sostituito gli standard generali sulle emissioni e fissato dei livelli massimi molto più rigorosi. Gli standard generali per le emissioni atmosferiche e per l'inquinamento idrico erano piuttosto bassi e non soddisfacevano le caratteristiche specifiche del settore delle REE. I nuovi includono

l'introduzione di concentrazioni massime di torio e uranio, volumi massimi di acque reflue ed emissioni atmosferiche e standard di qualità dell'aria per le aree circostanti gli stabilimenti di lavorazione e separazione dei minerali (Wübbecke, 2016).

Un altro importante strumento normativo usato dal MEP per aiutare a garantire la conformità alle normative ambientali è quello della “Environmental impact assessment” (*Huanjing yingxiang pinggu* 环境影响评估), ovvero una valutazione obbligatoria, in fase di pianificazione, dei potenziali rischi di un progetto nuovo o ampliato, che consentirà alle autorità di bloccare progetti altamente inquinanti per l'ambiente.

Successivi sono invece i provvedimenti approvati dal MIIT, di cui abbiamo precedentemente elencato i nomi. Lo “Industrial Green Development Plan”, formulato nel 2016, promuove una maggiore efficienza di utilizzo delle risorse, sostenendo l'innovazione tecnologica e garantendo lo sviluppo di un settore produttivo più *green*. L'obiettivo di questo Piano è quello di far diventare, entro il 2020, il concetto di sviluppo ecosostenibile un requisito fondamentale nell'intero settore delle terre rare (MIIT, 2016). Sempre dello stesso anno è il documento “Rare Earth Industrial Standards”, il quale promuove l'adeguamento e il miglioramento della struttura industriale al fine di proteggere le risorse minerarie e l'ambiente. Le attività industriali devono pertanto soddisfare i requisiti di sicurezza della produzione, protezione dell'ambiente e conservazione delle risorse, stabiliti a livello nazionale. Le imprese, per poter operare nel settore, devono inoltre ottenere una licenza mineraria in conformità con la legge (MIIT, 2016a). Ultima, ma non meno importante, è l'introduzione dal 1° gennaio 2018 della Environmental Tax Law, che ha sostituito il precedente regime fiscale in vigore ormai da quarant'anni. Questa legge fiscale rappresenta un passo importante nell'impegno portato avanti dalla Cina per controllare l'inquinamento; viene prevista difatti una tassa proporzionale alla quantità di rifiuti inquinanti prodotti da imprese, istituzioni pubbliche e altri operatori commerciali (Xinhuanet, 2018).

2.3 L'industria delle REE. Gli effetti sull'ambiente e sulla salute della popolazione

In Cina il problema dell'inquinamento dell'ambiente nel settore delle terre rare fa parte di un discorso più ampio sull'intera situazione ambientale del Paese. Difatti, nonostante il governo abbia iniziato a porre attenzione alla questione ambientale già negli anni Settanta, le azioni effettive contro l'inquinamento sono sempre state poco incisive. È dall'inizio degli anni Duemila che è cresciuta l'attenzione nei confronti di tematiche quali i cambiamenti climatici, l'inquinamento atmosferico e idrico e una maggiore efficienza energetica, portando significativi miglioramenti al quadro normativo con l'introduzione di obbligatorie valutazioni di impatto ambientale. Sebbene ci sia una tendenza verso un'economia più rispettosa dell'ambiente, molti problemi, tra cui quelli legati al settore minerario, rimangono irrisolti (Wübbecke, 2016). L'industria delle terre rare in Cina, come negli altri Paesi, provoca gravi danni tipici dell'estrazione mineraria, ma ci sono anche danni specifici esclusivi del settore delle REE associati all'isolamento, al recupero e al riciclaggio. In generale, gli effetti di questa industria ricadono sulla geologia del terreno, sulle acque, nell'aria provocando persino radiazioni.

I maggiori rischi per l'ambiente a breve e a lungo termine sono costituiti dai residui di estrazione, rifiuti liquidi composti da acque reflue, sostanze chimiche e metalli pesanti, che richiedono un attento processo di conservazione e smaltimento. Se vengono lasciati nei bacini di estrazione ed esposti all'acqua piovana, possono disperdere sostanze tossiche nei corsi d'acqua e nelle aree circostanti. Se il bacino non è a prova di perdite, queste sostanze possono venire disperse anche nelle acque sotterranee. Per quanto riguarda i rischi che richiedono un monitoraggio a lungo termine vi è il crollo del bacino il quale, a causa di una grossa quantità d'acqua piovana, di difetti di costruzione o eventi sismici, potrebbero inondare d'acqua e fanghi tossici l'ambiente circostante. Un altro rischio simile è dato dagli scarti delle rocce che, esposti anch'essi alla pioggia, possono disperdere nelle acque e nel

suolo sostanze radioattive, fluoruri, solfuri, acidi e metalli pesanti. Oltre ai rischi causati dalla dispersione di acque tossiche, l'estrazione e la lavorazione di minerali provoca la diffusione nell'aria di polveri contenenti sostanze radioattive le quali, possono venire disperse durante le operazioni minerarie, il trasporto e lo stoccaggio, nonché trasportate dal vento. Per questo è importante che, anche dopo la chiusura della miniera, la zona di estrazione e lavorazione venga adeguatamente monitorata (Schüler et al., 2011). I rischi per la salute e la sicurezza pubblica e professionale collegati all'industria delle REE devono essere pertanto affrontati in fasi distinte, dall'estrazione alla raffinazione, dal trasporto alla lavorazione, fino allo smaltimento dei rifiuti e allo smantellamento delle aree industriali (Rim, 2016).

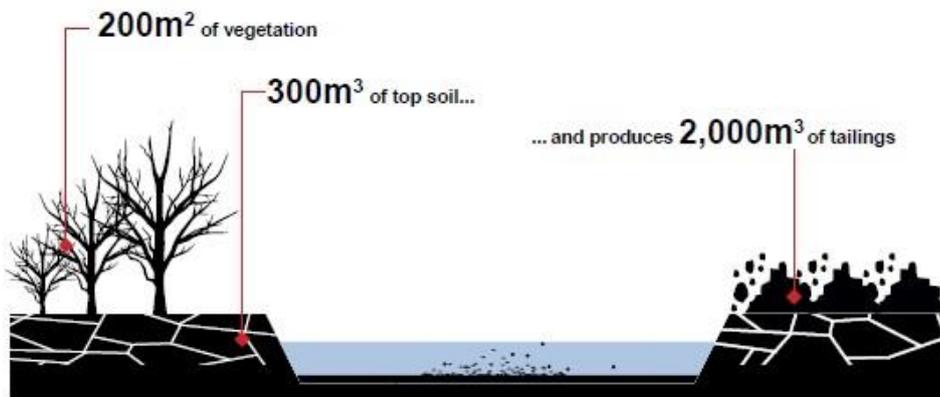
È necessario però aprire una parentesi riguardo al protagonista in materia di inquinamento ambientale, ovvero il settore estrattivo illegale. A causa della maggior richiesta di terre rare pesanti, le quali hanno, rispetto a quelle leggere, un valore superiore e sono di più facile reperibilità, la Cina ha visto un'ampia diffusione di imprese minerarie illegali. Quest'ultime essendo sottratte al controllo governativo, operano spesso senza alcuna licenza mineraria, superano i limiti imposti dal governo sulle quantità massime di minerali da estrarre e sfuggono alle normative imposte da quest'ultimo per il controllo delle emissioni inquinanti. Inoltre, queste attività utilizzano tecniche di estrazione, separazione e fusione dei minerali davvero primitive; prive di adeguati sistemi di smaltimento dei rifiuti prodotti da questo settore, le miniere illegali scaricano direttamente nell'ambiente circostante, provocando danni irreparabili (Packey & Kingsnorth, 2016).

In Cina questo tipo di attività è diffusa su tutto il territorio, ma vede una maggiore concentrazione nel Sud del Paese dovuta a più fattori: innanzitutto i giacimenti si trovano per lo più in aree montuose, lontano da grossi centri abitati e difficili da raggiungere. Questo offre ai minatori l'opportunità di trovare luoghi nascosti ideali per estrarre illegalmente, in

quanto difficili da rintracciare da parte delle autorità. Inoltre, i costi di estrazione sono molto bassi rispetto ai profitti ottenuti dalla vendita delle terre rare, i quali possono raggiungere anche i tre milioni di Renminbi mensili per punto estrattivo. Infine, è sufficiente estrarre piccole quantità di terre rare per ottenere dei grossi guadagni, in quanto contrabbandare piccole quantità di minerali al di fuori dei giacimenti senza essere fermati dalle autorità è piuttosto semplice (Wübbecke, 2016).

I metodi utilizzati dalle attività illegali sono due: l'estrazione tradizionale in superficie e la lisciviazione sul posto. La prima prevede una fase di estrazione tradizionale, seguita da una lisciviazione in cisterne: questa tecnica prevede l'utilizzo di solventi come cloruro di sodio o solfato di ammonio per separare le terre rare dalle masse solide. I danni ambientali provocati da questa tecnica includono gravi erosioni, inquinamento atmosferico, perdita della biodiversità e provocano anche gravi problemi di salute nelle persone. La tecnica di lisciviazione sul posto prevede invece la formazione di una serie di fori nel terreno ricco di minerali, il quale viene poi cosparso con la soluzione di solfato di ammonio. Questa, essendo assorbita dal terreno, permette la separazione delle terre rare le quali verranno raccolte attraverso i fori di lisciviazione. Il metodo usato provoca un grave degrado ambientale, caratterizzato da contaminazione del suolo e dell'acqua, valori PH elevati, smottamenti e frane. Rilasciando solventi direttamente nel terreno e nelle acque, questo metodo provoca la morte dei pesci e problemi di salute negli abitanti delle zone limitrofe, tra cui diabete, osteoporosi, malattie respiratorie, irritazioni cutanee e irritazioni del tratto gastrointestinale (Packey & Kingsnorth, 2016). Per una tonnellata di ossido di terre rare, la Figura 2.4 mostra che sono necessari 300 m³ di terreno, la distruzione di 200 m² di vegetazione, la produzione di 2000 m³ di residui da smaltire.

Fig. 2.4: Conseguenze per la produzione di 1 tonnellata di REO (Ossido di terre rare)



Fonte: Liu et al., 2016.

Le seguenti Figure 2.5 e 2.6 raffigurano entrambe situazioni di attività illegale della città di *Ganzhou* 赣州 nella provincia Sud-orientale dello *Jiangxi* 江西省. La prima immagine rappresenta uno stagno di lisciviazione le cui acque, cariche di sostanze chimiche non adeguatamente trattate, fluiscono contaminando i corsi d'acqua della città.

Fig. 2.5: Stagno di lisciviazione illegale nella città di *Ganzhou*



Fonte: Liu et al., 2016.

L'immagine 2.6 raffigura un altro stagno di lisciviazione a cielo aperto, sempre nella città di *Ganzhou*, adibito alla raccolta di sedimenti di ossido di terre rare.

Fig. 2.6: Stagno di lisciviazione per sedimenti di ossido di terre rare



Fonte: Liu et al., 2016.

Come abbiamo spiegato nel paragrafo precedente, il governo cinese negli ultimi anni, ma principalmente con l'uscita del XIII Piano Quinquennale, ha attuato delle leggi specifiche più restrittive proprio per andare a contrastare il settore minerario illegale. Così facendo è riuscito a individuare e chiudere più di 600 attività di estrazione, insieme a 76 aziende per la separazione e la fusione dei minerali (Packey & Kingsnorth, 2016).

Le ripercussioni che l'intera industria delle terre rare riversa sull'ambiente, ricadono sia sul terreno, nelle acque e nell'aria. Le miniere, come mostrato nella Figura 2.7, provocano infatti la distruzione della vegetazione, erosioni del suolo e smottamenti.

Fig. 2.7: Gli effetti topografici dell'attività estrattiva vicino *Ganzhou*



Fonte: Wübbecke, 2016.

Per quanto riguarda l'inquinamento delle acque, questo proviene principalmente dai settori di lavorazione e separazione delle terre rare. Il grado di inquinamento delle acque reflue dipende dalle tecnologie utilizzate e dalla composizione dei minerali. Ad esempio, le acque reflue delle miniere in Mongolia Interna contengono molto acido solforico, mentre quelle della Cina meridionale contengono più ammonio. Questo inquinamento influisce gravemente sulla qualità dell'acqua in Cina, in quanto l'area industriale di *Baotou* contribuisce alla contaminazione del Fiume Giallo, dei suoi affluenti e delle riserve di acqua potabile. Allo stesso tempo, nell'area industriale del Sud, le tecniche di lisciviazione provocano la dispersione di sostanze chimiche inquinanti in altrettante fonti d'acqua.

Diversamente, l'inquinamento dell'aria è maggiormente dovuto al trattamento delle terre rare che, emettendo grandi quantità di gas di scarico, influiscono sulla qualità dell'aria. Difatti, la produzione di una tonnellata di REE provoca l'emissione di 5500 m³ di gas di scarico, i quali contengono principalmente acido solforico, anidride solforosa, fluoro, nitrato di ammonio e acido cloridrico.

Un'altra caratteristica di alcune miniere, tra cui quelle della Mongolia Interna e della Provincia del *Sichuan*, è quella di contenere concentrazioni di elementi radioattivi come il torio e l'uranio. Nonostante l'estrazione e la frantumazione di minerali rilascino quantità di

torio, la maggior parte di questa sostanza viene rilasciata dalla fusione dei minerali sotto forma di residui, polveri e acque reflue. Poiché la concentrazione di torio presente in quest'ultimi è molto alta, la radioattività rappresenta un problema molto grande. Poiché non tutti gli impianti di raffinazione in Cina sono predisposti per il recupero di questo elemento, l'ambiente intorno ai siti minerari soffre spesso di altissimi livelli di radioattività (più alti dei livelli medi delle città) e la radioattività delle acque reflue supera di gran lunga gli standard nazionali (Wübbecke, 2016).

Per quanto concernono gli effetti di questi elementi sulla salute delle persone, è necessario specificare che la maggior parte delle informazioni provengono da studi svolti sui minatori o altre figure professionali del settore, la cui esposizione alle terre rare è molto più alta di quella della popolazione in generale. Alle persone che quotidianamente vengono esposte alle terre rare, vengono associate numerose patologie: aumento del rischio di infarti, pneumoconiosi (malattia polmonare emersa nei lavoratori che inalano grandi quantità di polveri), una rara condizione chiamata fibrosi sistemica nefrogenica (formazione di un eccesso di tessuto connettivo nella pelle, nelle articolazioni, negli occhi e negli organi interni), alterazione del funzionamento dei globuli rossi. Contemporaneamente, nel resto della popolazione che risiede in zone vicine ai siti estrattivi e che sono pertanto contraddistinte da inquinamento ambientale, sono stati riscontrati casi di leucemia, persone con livelli anormali di alcune proteine del sangue, bambini con punteggi del quoziente intellettivo significativamente bassi che si pensa sia dovuto all'interruzione dei neurotrasmettitori interrotti (U.S. EPA, 2012).

2.4 Terre Rare: il paradosso per uno sviluppo sostenibile

Sebbene l'industria delle terre rare fornisca risorse fondamentali per le società contemporanee, questo non significa che sia esente da tutta una serie di ripercussioni sul tessuto sociale, sull'ambiente e sulle economie dei paesi, in quanto l'intera filiera oltre a richiedere un grosso impegno economico dallo Stato, genera inquinamento e distruzione dell'ambiente circostante. Oltre ad essere importanti per la produzione di un'ampia gamma di prodotti nei mercati del consumo, dell'industria, nei settori militare e medico, le terre rare sono diventate componenti chiave per la realizzazione di auto elettriche, turbine eoliche, lampadine a basso consumo energetico e altre tecnologie sostenibili, che le hanno rese fondamentali per attenuare i cambiamenti climatici e aiutare le società nel risparmio energetico, con il passaggio dai combustibili fossili alle energie rinnovabili. Questo è il motivo per il quale abbiamo definito le terre rare come un "paradosso": la stretta connessione che c'è tra l'uso delle terre rare per la costruzione di un futuro più *green* e più pulito e la loro natura inquinante, dannosa per tutto il tessuto sociale.

Se nel terzo paragrafo abbiamo parlato dettagliatamente degli effetti che l'intero processo di estrazione, separazione, lavorazione e smaltimento riversa sull'ambiente, ci concentreremo adesso sul contesto sociale che ruota attorno all'intera industria delle terre rare.

Sia l'impatto ambientale che quello sociale hanno inizio nella fase di esplorazione, durante la quale le società minerarie devono ottenere i diritti per accedere ai terreni e alle risorse locali così da poter garantire il finanziamento del progetto. Le aziende possono negoziare questi diritti con le autorità governative, ma difficilmente riusciranno a ottenere il consenso degli abitanti. Difatti nei complessi sistemi di proprietà terriera, la proprietà legale rappresenta uno degli approcci per determinare chi ha il diritto di accesso ai terreni e alle

risorse. Quando le autorità e le compagnie non tengono in considerazione le regole dei tradizionali sistemi di proprietà, si possono venire a creare dei profondi conflitti. Un esempio è rappresentato dall'isola Bougainville in Papua Nuova Guinea, dove gli abitanti si sono rifiutati di vendere i loro terreni al colosso Panguna, importante azienda mineraria di rame. Invece di trattare con gli abitanti del posto, i negoziati sulla proprietà sono stati condotti secondo la legge australiana, causando l'espropriazione dei terreni degli abitanti del villaggio. Questa situazione ha causato, da parte degli abitanti, continue proteste sia per i diritti terrieri e per l'inquinamento che le attività minerarie avrebbero causato, che per la mancanza di benefici economici. Queste contestazioni sono sfociate in una guerra civile in cui sono morte tra le 15.000 e le 20.000 persone. La vicenda si è poi conclusa con la chiusura della miniera e nel 2018 con l'istituzione, da parte del governo dell'isola, di una moratoria a tempo indeterminato sul rinnovo della licenza per l'azienda, per paura di un nuovo violento conflitto (Abigail & Alastair, 2020).

Oltre alla questione dell'espropriazione terriera, sempre riguardo ai terreni degli abitanti locali, vi è poi il problema della perdita dei raccolti dovuto alla contaminazione delle acque e del suolo, causati dalla cattiva gestione dei processi di produzione, separazione e smaltimento dei rifiuti. Come è stato spiegato dettagliatamente nel terzo paragrafo, una delle maggiori fonti d'inquinamento è rappresentata dai rifiuti liquidi contenenti metalli tossici e residui di prodotti chimici usati per la lavorazione dei minerali. Se non correttamente gestiti, possono disperdersi nell'aria, nel terreno e nelle acque, sostanze nocive per l'ambiente e per la salute delle persone. La contaminazione delle acque e del suolo rappresenta un rischio che può avere conseguenze per centinaia di anni: il consumo di alimenti coltivati in terreni contaminati può danneggiare i sistemi di sussistenza per generazioni e causare lo sviluppo di malattie o morte prematura. La città di *Baotou* in Cina ne rappresenta un esempio: a causa dei terreni contaminati da sostanze chimiche, negli anni Novanta i raccolti dei villaggi

limitrofi furono persi, rendendo gli abitanti consapevoli del fatto che né i raccolti né gli animali avrebbero mai più potuto sopravvivere. Difatti, dieci anni dopo la popolazione era diminuita notevolmente, da 2000 a 300 abitanti (Abigail & Alastair, 2020).

Un ulteriore aspetto da includere all'interno del paradosso sottolineato riguarda le condizioni dei lavoratori in tutte le fasi dell'operazione mineraria. In un Paese come la Cina, in cui gli standard ambientali sono relativamente deboli nel settore minerario, spesso le autorità locali, provinciali e centrali, competono una con l'altra, rendendo l'applicazione delle leggi molto difficile. Questo può causare una maggiore esposizione da parte dei lavoratori agli elementi radioattivi, come il torio, contenuti nei fanghi di scarto o nelle acque reflue, i quali possono portare a tumori del pancreas, dei polmoni o anche alla leucemia. Le condizioni di pericolosità in cui i minatori spesso si trovano, violano i diritti articolati nella Dichiarazione Universale dei Diritti del 1948, a cui hanno aderito la maggior parte dei governi e l'Organizzazione Internazionale del Lavoro. Le società minerarie sono state spesso criticate per la loro complicità nella violazione dei diritti umani legata sia alla negoziazione d'accesso alle terre e alla ricollocazione della popolazione locale, che al lavoro minorile, alle condizioni di schiavitù moderna, alla discriminazione razziale e sessuale. Le società minerarie si rivolgono spesso all'uso di sistemi di sicurezza (mercenari e società di sicurezza privata) che contribuiscono alla violazione dei diritti umani fondamentali, alimentando spesso conflitti in aree già colpite da situazioni di povertà, disordini e debolezza della governance. Queste circostanze vengono a manifestarsi quando il governo locale non ha mezzi o la volontà di intervenire, favorendo il persistere dei conflitti nel tempo.

Secondo Abigail & Alastair (2020), per ovviare a questo paradosso e seguire quella che viene definita come "etica" nella produzione e nell'uso delle terre rare, due sono i concetti da tenere in considerazione: i concetti di giustizia ambientale e di giustizia intergenerazionale.

Seguendo il concetto di giustizia ambientale, fatto emergere in origine da attivisti e ricercatori negli Stati Uniti, gli effetti dell'inquinamento industriale tendono a ricadere maggiormente sulle comunità svantaggiate sia economicamente che socialmente. Il principio di giustizia distributiva su cui si basa richiede maggiore equità nel distribuire i rischi e i benefici dell'attività industriale: ridurre il danno nelle comunità dove è maggiore, permette a quest'ultime di sopportarlo maggiormente. Questo richiede il riconoscimento di chi ha subito i danni e dei responsabili, così da determinare in che modo, attraverso quali azioni e chi deve assumersi la responsabilità di affrontare l'ingiustizia.

Per quanto concerne l'industria delle terre rare, la giustizia ambientale richiede la comprensione dell'evoluzione della geografia delle REE durante i processi di estrazione e lavorazione. Sebbene questi elementi siano diffusi su tutta la crosta terrestre, la loro geologia non è il fattore principale che determina lo sviluppo dell'industria. La Cina è stata per molti anni sia il maggior produttore che consumatore di terre rare; questo ha determinato la concentrazione di molte ingiustizie ambientali legate a questo settore nelle comunità vicine ai siti estrattivi, agli impianti di produzione e ai siti di smaltimento dei rifiuti. Per questi motivi negli ultimi anni il governo ha tentato di implementare gli standard ambientali attraverso il sostegno economico, per potenziare e adeguare le miniere alla nuova concezione di *green industry* e ridurre al minimo le situazioni di ingiustizia ambientale. La soluzione a queste ingiustizie essendo però strettamente legata al paese in cui avvengono, nei paesi con leggi sull'ambiente e sulla salute pubblica molto severe vedrà la realizzazione attraverso la semplice applicazione delle regole, mentre in paesi come la Cina con protezioni legali insufficienti saranno le aziende a doversi impegnare maggiormente affinché queste ingiustizie non avvengano. In entrambi i casi, viene richiesto un sistema di gestione dell'intero settore adeguato, in grado di rilevare ogniqualvolta siano in atto delle illegalità.

Relativamente al concetto di equità intergenerazionale, viene esteso il lasso di tempo nel quale considerare le condizioni delle persone influenzate dall'industria delle REE, rispondendo alla domanda sui modi con cui le generazioni future influenzano i comportamenti di quelle attuali. La giustizia intergenerazionale, a differenza di quella ambientale, concentra la propria attenzione sulla distribuzione futura dell'equità. Per fare ciò è necessario individuare gli obblighi che le persone devono rispettare oggi nei confronti delle generazioni future, in modo che la vita di quest'ultime non sia messa a repentaglio da un insufficiente controllo delle istituzioni. Nel contesto dell'estrazione, della lavorazione e dell'utilizzo delle terre rare, l'equità intergenerazionale può essere raggiunta nel caso in cui le attività industriali lavorino senza intaccare la possibilità delle future generazioni di vivere nell'ambiente in cui le aziende operano. Questo permette di preservare le opportunità di benessere per le generazioni a venire. In concreto, il concetto di giustizia intergenerazionale si traduce con l'adesione e il rispetto di leggi ambientali, leggi sul lavoro e leggi sui diritti umani.

Tuttavia, il rispetto di queste leggi potrebbe non essere sufficiente a garantire il benessere delle generazioni future, in quei paesi in cui esistono delle controversie sui diritti delle comunità locali e sul controllo che quest'ultime hanno sui terreni, sulle risorse naturali e sul benessere derivato dalla lavorazione di queste risorse primarie. Un'ulteriore criticità è rappresentata dalle situazioni in cui le aziende minerarie violano le leggi che tutelano dall'inquinamento. In questi casi è auspicabile che i paesi maggiormente industrializzati contribuiscano, attraverso l'invio di soccorsi, a sostenere le comunità danneggiate da attività industriali devastanti.

Un altro modo per il raggiungimento dell'equità intergenerazionale consiste nel determinare in che modo l'esaurimento di una risorsa naturale possa influire sulle generazioni future di una determinata comunità. Essendo le terre rare fonte di ricchezza,

l'incapacità di accedervi potrebbe rappresentare per le generazioni future un ostacolo al raggiungimento del benessere.

Ciò che emerge è sicuramente l'importanza di un uso etico di questi elementi al fine di attenuare il paradosso che rappresentano le terre rare: come evidenziano Abigail & Alastair (2020), il raggiungimento di un mondo più sostenibile e rispettoso dell'ambiente, e quindi l'osservanza della giustizia ambientale e intergenerazionale, genererà in ogni caso conflitti tra le diverse convinzioni su chi e in che modo dovrebbe controllare le risorse, se l'estrazione è giustificata da validi motivi e se si debba preservare una parte delle risorse per le generazioni future.

Capitolo 3- L'economia delle Terre Rare e il caso *Baotou*

La crescita dell'industria delle terre rare ha rappresentato per la città di *Baotou* un'importante occasione per lo sviluppo urbano e per la spinta economica della città e dell'intera regione. Il capitolo offre una rassegna dei momenti più importanti di questo processo di sviluppo, ponendo l'accento su una serie di indicatori economici che rivelano il ruolo di primo piano esercitato dal settore delle REE all'interno dell'economia della città e di tutta la Mongolia Interna. Ciò che si vuole porre in risalto è altresì il prezzo che la popolazione e il territorio hanno dovuto e stanno ancora pagando: l'aver posto in cima alle priorità l'industrializzazione ad ogni costo, ha inevitabilmente portato delle conseguenze indelebili per gli abitanti e per le generazioni future.

3.1 Baotou: da villaggio rurale a metropoli

L'ascesa della Cina come potenza leader nel settore delle terre rare è stata sancita dalla scoperta, nel 1927, del giacimento di *Bayan Obo* (*Baiyun ebo kuangqu* 白云鄂博矿区) ad opera di un giovane geologo *Ding Daoheng* 丁道衡. Né lui né la comunità scientifica si accorsero che la miniera fosse ricca di terre rare, tanto che la scoperta non riscosse in un primo momento, molto interesse. È stato poi reso noto nel 1933, ad opera di *He Zuolin* 何作霖 dell'Accademia cinese di Scienze, che campioni di minerali prelevati da *Bayan Obo* contenevano terre rare.

Come illustrato nella Figura 3.8, il giacimento di *Bayan Obo* si trova a circa 150 km a nord di *Baotou*, città prefettura della regione autonoma della Mongolia Interna, con la quale adesso è collegato da una ferrovia e una strada, e si estende per 18 km da ovest ad est e 3km da nord a sud (Wübbecke, 2016).

Fig. 3.8: Mappa della posizione della miniera di *Bayan Obo*



Fonte: Klinger, 2017.

Per capire come *Baotou* sia diventata la capitale mondiale delle terre rare, è necessario un approfondimento dei processi storici, economici e di sviluppo senza i quali non avrebbe potuto assumere il primato nell'estrazione e lavorazione delle terre rare. Nella prima metà del ventesimo secolo l'estrazione globale di terre rare era guidata dalla richiesta energetica per le guerre e per la modernizzazione industriale. In Cina, in una complessa situazione in cui interessi divergenti avevano sondato il terreno, *Bayan Obo* e gran parte della Mongolia Interna erano rivendicati da potenze, popolazioni e movimenti: Giappone, Cina nazionalista, comunisti, mongoli e sovietici. È dal 1949, dopo la fondazione della Repubblica Popolare Cinese, che è stata dedicata maggiore attenzione al giacimento di minerali in Mongolia Interna, tanto che il governo centrale scelse *Bayan Obo* come *northern steel center*. Grazie anche al sostegno economico dell'Unione Sovietica che finanziò 91 progetti, tra cui quello di *Bayan Obo*, gli scienziati effettuarono delle prime stime sulle risorse disponibili; da una prima valutazione che indicava 980.000 tonnellate di terre rare, si

è passati a calcolarne 2,2 milioni. *Bayan Obo* è così diventato il più grande deposito di terre rare del mondo, noto come *wealth of China's REE* (Wübbecke, 2016).

Furono proprio le lotte epocali ad inizio secolo per il controllo dei territori di frontiera, a fornire i mezzi e le motivazioni per produrre e identificare le risorse di *Bayan Obo* come un tesoro nazionale. Uno dei traguardi da raggiungere per assicurarsi il dominio dell'area consisteva nella costruzione di infrastrutture e trasporti urbani. Al fine di elevare lo sviluppo della zona attorno alla miniera, attraverso la campagna di migrazione e di reinsediamento agrario già promossa dai nazionalisti, *Mao* concentrò molte risorse e forza lavoro nella regione. Difatti, per trasformare *Baotou* e *Bayan Obo* da zone di frontiera storicamente autonome e appartenenti a comunità nomadi in un entroterra sviluppato e industrializzato, fu necessaria un'enorme forza lavoro. Per fare ciò, la migrazione fu vista come l'unica soluzione alla carenza di popolazione, cibo e manodopera della zona. Conseguentemente, nella Mongolia Interna tra il 1953 e il 1982 la popolazione di etnia *Han* crebbe del 79,9%, grazie anche alla promozione del governo del processo migratorio come parte della riunificazione nazionale, che prometteva ai migranti la possibilità di stabilirsi e di vivere il sogno proletario della nuova Cina, ma anche di partecipare alla ricostruzione di relazioni pacifiche tra il popolo *Han* e i mongoli.

Le complesse relazioni storiche tra coloni *Han* e mongoli nativi costituiscono il paesaggio culturale su cui è stata costruita la base industriale di *Baotou* e *Bayan Obo*. Per diversi decenni, tutti gli aspetti della vita a *Baotou*, *Bayan Obo* e dintorni furono riorientati verso la costruzione dell'industria delle terre rare (Klinger, 2017).

Dopo la fondazione nel 1954 della Baotou Iron and Steel Company, la prima azienda impegnata nell'estrazione e nella produzione di terre rare della città, *Baotou* venne introdotta, nel 1955, nelle otto città chiave per la pianificazione nazionale. Entusiasta della nascente

industria delle terre rare, tra il 1959 e il 1966 il governo concesse l'apertura di altri impianti di separazione e fusione di REE in tutto il Paese. Grazie anche al crescente sviluppo di questo settore, si iniziò a gettare le basi per l'attuale struttura urbana di *Baotou*.

Il collegamento ferroviario con Pechino, distrutto durante la guerra civile cinese, venne ripristinato e potenziato alla fine degli anni Cinquanta; fu inoltre costruita un'altra linea che seguiva il Fiume Giallo fino alla città di *Lanzhou* 兰州市, nel *Gansu* 甘肃省, che collegava *Baotou* con altre linee ferroviarie della Cina centro-meridionale. L'area municipale venne ampliata per includere il complesso industriale e, con il completamento nel 1989 della linea ferroviaria che avrebbe collegato *Baotou* con la città di *Shenmu* 神木市 nella provincia dello *Shanxi* 陕西省, oltre ad emergere come uno dei principali centri industriali del Paese, *Baotou* è diventato un importante snodo di trasporti con collegamenti ferroviari con le aree nordoccidentali, centrosettentrionali e nordorientali (Pletcher, 2008).

A partire dagli anni Novanta, l'industria delle terre rare conobbe un grosso sviluppo ed è proprio nel 1992, anno in cui il leader *Deng Xiaoping* pronunciò la famosa frase: “Il Medio Oriente possiede il petrolio, la Cina possiede le terre rare”, che il Consiglio di Stato approvò la creazione della Baotou Rare Earth Hi-Tech Industrial Development Zone (*Baotoushi gaoxin jishu changye kaifaqu* 包头市高新技术产业开发区) come zona di sviluppo *high-tech* a livello nazionale (Hurst, 2010). Adesso ci sono oltre 8447 imprese registrate, di cui 95 sono produttrici di terre rare, 22 sono quotate in borsa e 39 sono finanziate dall'estero. La zona ha attratto 298 tra i maggiori esperti di terre rare al mondo, grazie anche alla continua espansione dell'area: ad oggi la Baotou Rare Earth Hi-Tech Industrial Development Zone contiene al suo interno otto parchi secondari, tra cui il Rare Earth Application Park, l'East Hope Circular Economy Park, l'High-end Equipment Manufacturing Park e l'University Science Park, i quali sono concentrati sullo sviluppo di

nuovi materiali e sulla loro applicazione industriale, come la lavorazione di alluminio e rame e la produzione di apparecchiature ad alto livello tecnologico (Baotou Municipal Government, 2020).

Dopo oltre cinquant'anni di sviluppo, l'area mineraria di *Bayan Obo* è diventata l'altra area industriale più importante della città, occupando una posizione di rilievo nello sviluppo dell'intera regione. Se nel corso della storia è sempre stata soltanto un'immensa prateria in cui i popoli del nord facevano pascolare gli animali, da quando sono state scoperte le immense ricchezze minerarie di *Bayan Obo* la popolazione del distretto ha raggiunto, nel 2012, le 30.000 unità. A partire dal 2011, l'economia di *Bayan Obo* si è infatti sviluppata rapidamente e gli standard di vita delle persone sono migliorati. Il Pil annuo è stato di 76,26 milioni di *yuan*, con un aumento del 12,08% rispetto ai 68,04 milioni dell'anno precedente. Anche il valore della produzione industriale è aumentato: dai 58,68 milioni di *yuan* del 2010 si è passati l'anno successivo a 62,58 milioni, con un aumento del 6,65% (Baotou Municipal Government, 2020).

Per evidenziare il cambiamento che la nascita dell'industria delle REE ha portato a *Baotou*, e più in generale a tutta la Mongolia Interna, è importante analizzare la crescita economica che questa regione ha avuto dopo il 1958. In particolare, analizzeremo di seguito il livello di urbanizzazione, uno dei potenziali fattori di influenza sullo sviluppo.

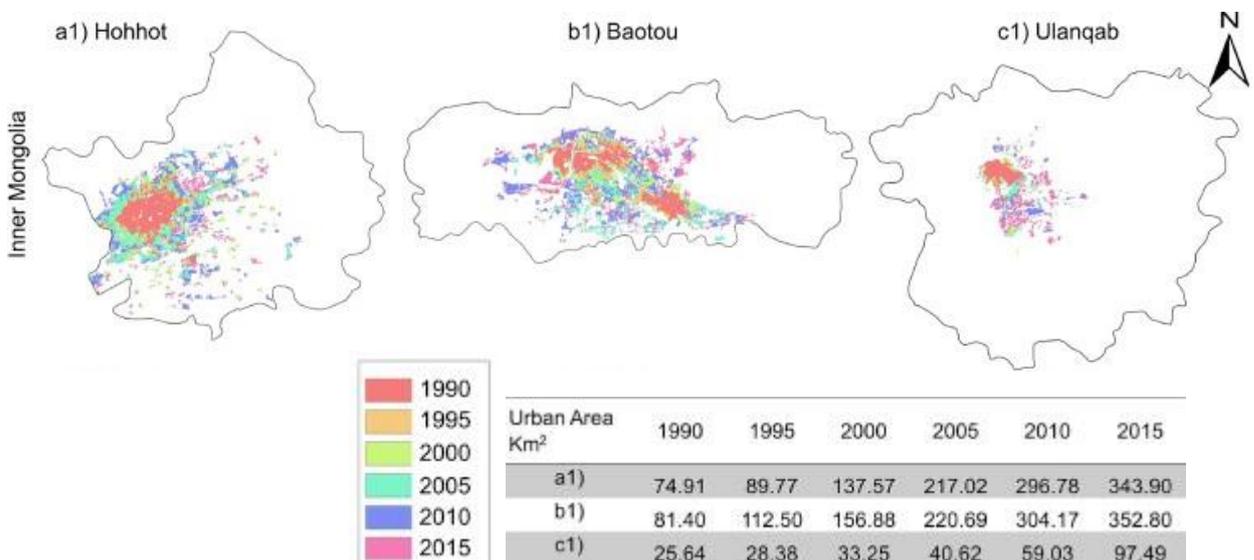
Huang & Jiang (2017) illustrano il modo in cui l'urbanizzazione è correlata allo sviluppo economico dei primi anni Duemila. Tra il 2002 e il 2009, la Mongolia Interna ha registrato una crescita economica senza precedenti. Difatti, il tasso di crescita si è classificato al primo posto di tutte le province cinesi per otto anni consecutivi, con una crescita media annua del 18,55% rispetto all'11% della media nazionale. Contemporaneamente, si è

verificato un deciso aumento del tasso di urbanizzazione che è passato dal 42,2% del 2000 al 55,45% del 2010, rispetto al passaggio dal 36,2% al 49,9% dell'intera Cina.

La Figura 3.9 mostra la crescita urbana delle tre principali città della Mongolia Interna. Con i suoi 352.80 km² *Baotou* è la città con l'area urbana più ampia, seguita da *Hohhot* e da *Ulanqab*, rispettivamente di 343.90 e 97.49 km². Durante il periodo 1990-2015, l'area urbana è cresciuta del 359% a *Hohhot*, del 333% a *Baotou* e del 280% a *Ulanqab*.

A conferma della correlazione fra i tassi di crescita economica e di urbanizzazione, i dati delle tre città evidenziano un esponenziale sviluppo urbano nel decennio 2000-2010. La città di *Hohhot* è passata da un'area urbana di 137.57 a 296.78 km² con un aumento di quasi il 54%; quella di *Baotou* da 156,88 km² nel 2000 è passata a 304,17 km² nel 2010, con un aumento del 48,4%. Infine, l'area urbana di *Ulanqab* da 33,25 km² ha raggiunto i 59,03 km², con un incremento del 43,7%.

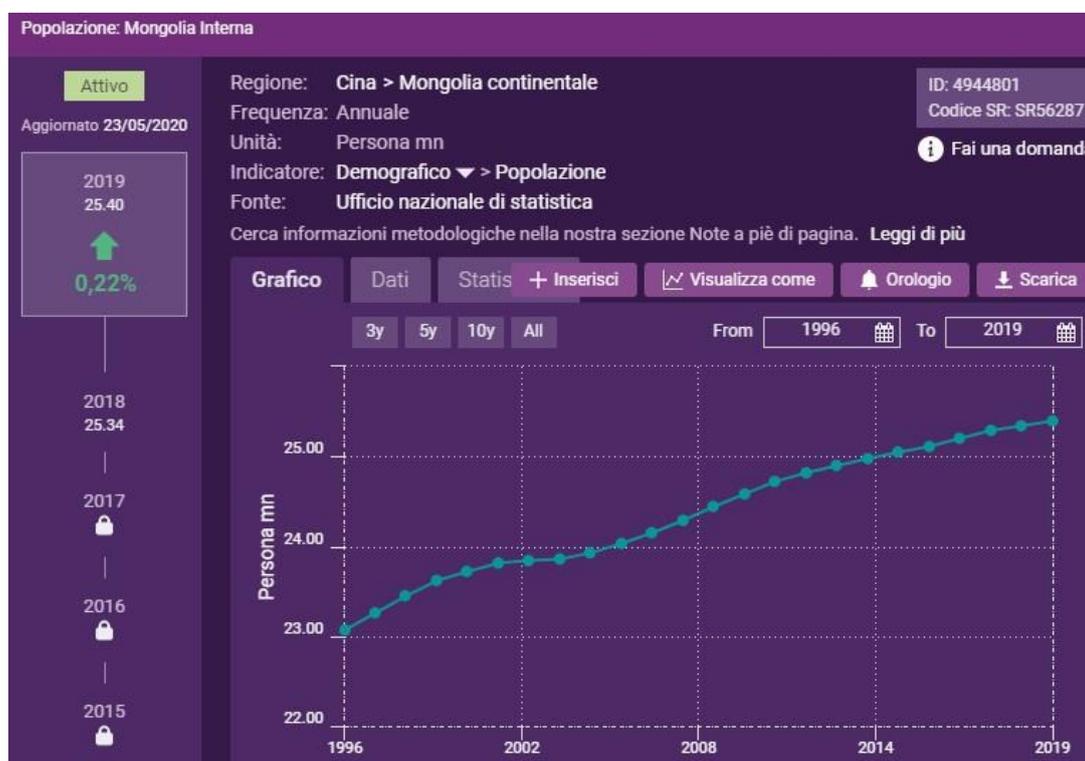
Fig. 3.9: Crescita urbana di *Hohhot*, *Baotou* e *Ulanqab*



Fonte: Park et al., 2017.

Come evidenziato dal Grafico 3.6, correlato alla crescita del tasso di urbanizzazione, è l'innalzamento della popolazione dell'intera Mongolia Interna che, tra il 2002 e il 2010, ha conosciuto un rapido e costante incremento che ha sfiorato i 25 milioni di abitanti.

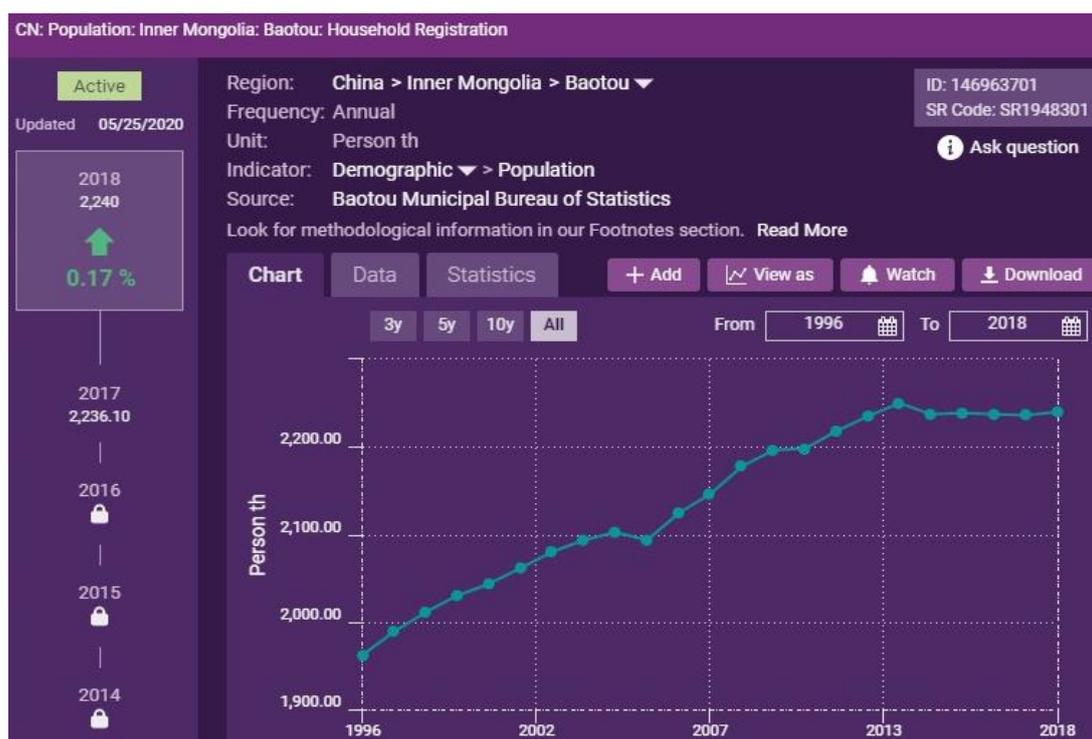
Grafico 3.6: Popolazione Mongolia Interna



Fonte: CEIC, 2020.

Nel Grafico 3.7 viene mostrato invece lo specifico andamento della popolazione nella città di *Baotou*. I dati del Baotou Municipal Bureau of Statistics indicano anch'essi, tra il 2002 e il 2010, un aumento della popolazione. Viene però evidenziata una breve diminuzione intorno all'anno 2005, seguita poi da un repentino incremento dei dati, che hanno continuato a salire fino al 2014.

Grafico 3.7: Popolazione *Baotou*



Fonte: CEIC, 2020.

Secondo un rapporto del 14 maggio 2020 del Baotou Daily, nel primo trimestre del 2020 la crescita economica del settore industriale della zona è rimasta costante; il tasso di ripresa del lavoro e della produzione da parte di 101 imprese con un fatturato annuo al di sopra 20 milioni di *yuan* (circa 2,8 milioni di dollari) ha raggiunto il 99%. Il valore aggiunto di queste industrie è aumentato del 6,3% su base annua, 2,8 punti percentuali sopra al livello medio della città. Di queste, il valore aggiunto delle principali industrie manifatturiere di terre rare, alluminio e rame, è aumentato nel primo trimestre 2020 dell'8.5%; il totale di queste ha rappresentato il 72,4% del valore aggiunto di tutte le industrie di medie e grandi dimensioni della città di *Baotou*.

3.2 Rilevanza economica dell'industria mineraria

Come è stato anticipato nel paragrafo precedente, l'industria mineraria ha avuto un ruolo importante per lo sviluppo economico della città di *Baotou*, dell'intera regione della Mongolia Interna e più in generale di tutto il Paese. Essendo l'utilizzo di indicatori economici particolarmente diffuso in paesi a rapida crescita economica, in questa sezione verranno analizzati alcuni degli indicatori che descrivono la traiettoria di sviluppo della regione, tra cui il PIL e il numero di occupanti nell'industria mineraria.

Sebbene la disponibilità di dati specifici relativi al settore delle terre rare della città di *Baotou* sia di difficile accesso, analizzeremo gli ultimi dati forniti nel 2019 dall'Inner Mongolia Statistical Yearbook relativi all'anno precedente e significativi per quanto concerne il valore di questa filiera sul territorio e sulla popolazione.

Seguendo le note esplicative fornite dall'Ufficio di Statistica della Mongolia Interna, l'industria pesante racchiude al suo interno tre settori diversi: il settore minerario dell'estrazione di risorse naturali, inclusi petrolio e metalli; l'industria delle materie prime che include la lavorazione di metalli, materiali chimici e materiali edili; il settore manifatturiero che fa riferimento all'industria dei materiali processati. Secondo questa classificazione, possiamo pertanto fare riferimento ai dati dell'industria pesante, la quale include al suo interno la filiera delle terre rare.

Come primo aspetto da tenere in considerazione è importante evidenziare il numero delle aziende, la loro tipologia e il loro valore all'interno del settore industriale. La Tabella 3.6 riporta la suddivisione del settore in industria leggera e pesante insieme ad una classificazione per settore (minerario, manifatturiero, *hi-tech*, produzione e fornitura di gas, elettricità e acqua). Il primo dato che spicca sugli altri riguarda il numero delle aziende; in tutta la regione su un totale di 2832 aziende, 2118 fanno parte delle industrie pesanti e

soltanto 714 di quelle leggere. Questo dimostra che, sul territorio, il settore delle terre rare domina la filiera industriale, in quanto l'industria pesante ha raggiunto nel 2018 un valore di produzione di 1.135.075.820 su un totale di 1.275.590.720 di *yuan*. Sempre in rapporto al numero delle imprese gli assets totali del settore industriale raggiungono 3.062.693.680, di cui 2.784.925.730 fanno riferimento alle industrie pesanti. Secondo la suddivisione per settore, emerge che la maggior parte delle aziende, 1766, rientrano nel settore manifatturiero, 582 in quello energetico e ben 484 aziende nel settore minerario, con un valore di produzione di 287.293.950 di *yuan*. Nel complesso, i dati della tabella sottostante danno prova della presenza radicata del settore delle REE nella regione e del suo peso all'interno dell'economia della Mongolia Interna.

Tabella 3.6: Principali indicatori del settore industriale in Mongolia Interna

单位: 万元

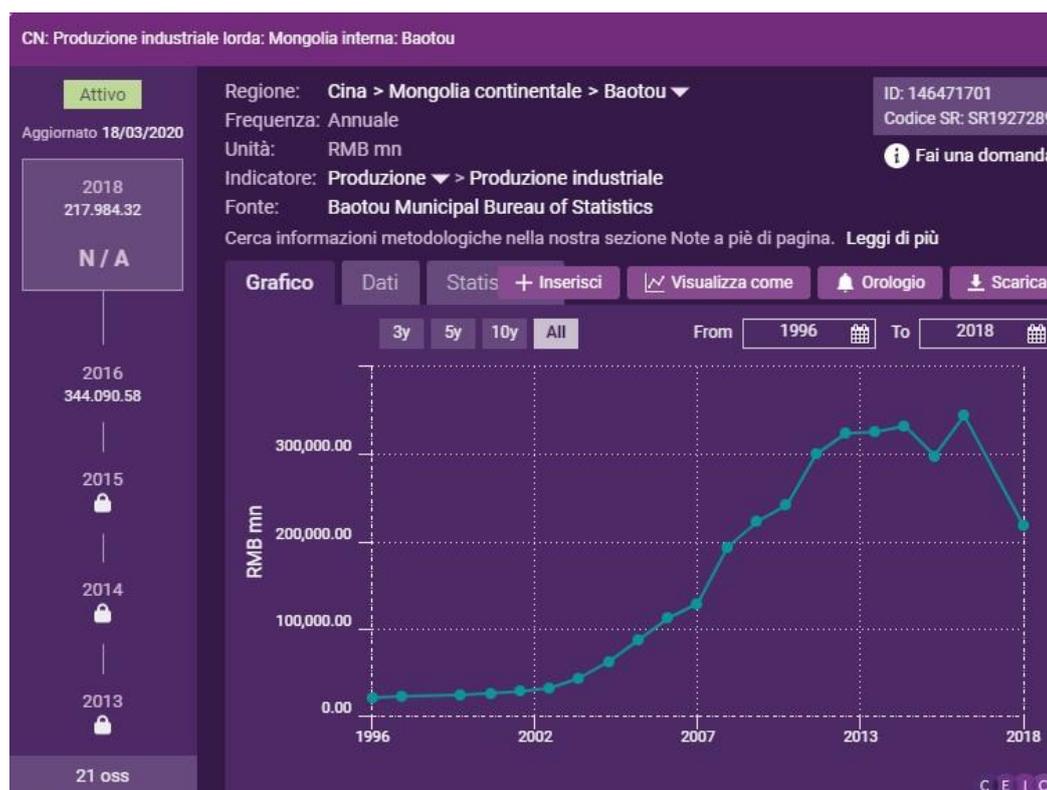
项目	Item	企业单位数 (个) Number of Enterprises (unit)	工业总产值 (现价) Gross Industrial Output Value (at current prices)	资产 合计 Total Assets	流动资产 合计 Circulating Funds	应收账款 Accounts Receivable	存货 Inventories	负债合计 Total Liabilities
总计	Total	2832	127559072	306269368	106321266	19688614	16401196	194604318
在总计中:	Of the Total:							
亏损企业	Enterprises at Lose	900	18975245	68440209	22411318	4203411	3379918	59406126
按轻重工业分	Grouped by Light & Heavy Industry							
轻工业	Light Industry	714	14051490	27776796	13309761	2302539	3502935	15080083
重工业	Heavy Industry	2118	113507582	278492573	93011505	17386075	12898262	179524234
按行业分	Grouped by Sector							
采矿业	Mining	484	28729395	83841427	32628779	3925360	2437738	44740413
制造业	Manufacturing	1766	74753291	139507754	54524922	10296871	13193680	91331275
#高技术制造业	High-tech Manufacturing	79		9319745	3014996	827625	495532	5258841
电力、燃气及水的生产和供应业	Production & Supply of Electric Power, Gas & Water	582	24076387	82920188	19167566	5466383	769779	58532629

Fonte: Inner Mongolia Autonomous Regional Bureau of Statistics, 2019.

Più nello specifico, uno dei dati reperibili in riferimento alla città di *Baotou* è quello dell'andamento della produzione industriale. Com'è visibile nel Grafico 3.8, il quale abbraccia un arco di tempo dal 1996 fino al 2018, nel corso degli anni il settore produttivo della città ha conosciuto un costante aumento fino al 2013. Negli anni di estrema crescita

economica della Mongolia Interna, tra 2002 e 2009, vediamo che anche la produzione industriale della città ha riscontrato un notevole incremento, la cui spinta è iniziata proprio nel 2002. Intorno al 2017, anno del picco della produzione con un valore di 350.000 milioni di *yuan*, i valori hanno iniziato a scendere fino a sfiorare i 200.000 milioni nel 2018.

Grafico 3.8: Produzione industriale lorda di *Baotou*



Fonte: CEIC, 2020.

Come ulteriore indicatore economico prendiamo adesso in considerazione il numero di occupati della regione. I dati dell'Inner Mongolia Statistical Autonomous Regional Bureau Of Statistics presentati dalla Tabella 3.7 evidenziano, dal 2000 e 2018, una crescita degli occupati con un picco di 14.637.000 raggiunto nel 2015; nel 2018 i dati dimostrano una notevole riduzione dell'impiego a 13.486.000 unità. Rispetto alla suddivisione per settori (primario, secondario e terziario), è evidente che la maggior parte degli occupati nel corso degli ultimi vent'anni rientra nel settore che include l'industria estrattiva, il settore primario, il quale raggiunge nel 2018 il numero di 5.770.000 lavoratori (42,8% de totale

degli occupati), in continua crescita dal 2000. Il settore secondario invece, quello della manifattura, sebbene abbracci un minor numero di occupati ha conosciuto uno sviluppo alterno, con un picco di 2.497.000 unità (il 17,1%) nel 2015. Interessante osservare come il settore terziario dei servizi abbia incrementato notevolmente il numero di impiegati, raggiungendo il picco di 6.417.000 (il 43,8%), anch'esso nel 2015. E' importante sottolineare che quest'ultimo è stato il settore a conoscere uno sviluppo maggiore, vedendosi quasi raddoppiato il numero di occupati ed evidenziando un netto miglioramento della qualità della vita e dei servizi offerti nell'intera regione.

Tabella 3.7: Occupazione in Mongolia Interna

3-7 就业基本情况

Employment

项目	Item	2000	2005	2010	2015	2018
就业人员总计(万人)	Total Number of Employed Persons(10 000 persons)	1061.6	1041.1	1184.7	1463.7	1348.6
第一产业	Primary Industry	553.7	560.5	571.0	572.3	577.0
第二产业	Secondary Industry	182.4	162.7	206.2	249.7	226.7
第三产业	Tertiary Industry	325.5	317.9	407.5	641.7	544.9
就业人员构成(总计=100)	Composition of Employed Persons(total=100)					
第一产业	Primary Industry	52.2	53.8	48.2	39.1	42.8
第二产业	Secondary Industry	17.1	15.6	17.4	17.1	16.8
第三产业	Tertiary Industry	30.7	30.5	34.4	43.8	40.4

Fonte: Inner Mongolia Autonomous Regional Bureau of Statistics, 2019.

La Tabella 3.8 mostra la quantità di personale impiegata in Mongolia Interna nelle industrie di medie-grandi dimensioni nel 2018, evidenziando i dati del settore minerario e manifatturiero. Rispetto al totale di occupati pari a 831.400, 210.500 sono impiegati nel settore minerario e i restanti 610.900 nell'intero reparto manifatturiero. Tra questi, 21.700 sono impiegati nell'industria dei minerali e metalli non ferrosi, 86.100 nel settore delle materie e prodotti chimici, 59.300 sono impiegati nella fusione e nella lavorazione di metalli

non ferrosi. Il totale di questi, 167.100 lavoratori, sono pertanto impiegati in settori in cui le terre rare sono protagoniste.

Tabella 3.8: Numero di impiegati in aziende sopra una certa dimensione

9-8 规模以上工业企业平均用工人数

Average Number of Emoloyees in Industrial Enterprises above Designated Size

单位: 万人

(10 000 persons)

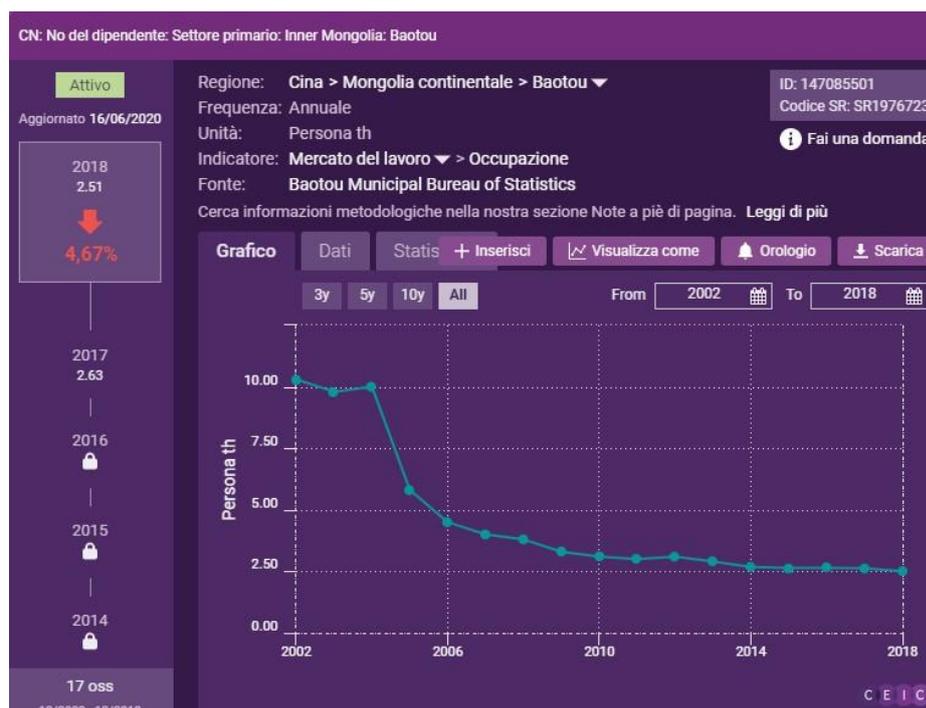
项目	Item	2018
总计	Total	83,14
按登记注册类型分	Grouped by Ownership	
国有	State-owned	3,16
集体	Collective-owned	0,19
股份制企业	Joint-stock Company	74,00
其他	Other Ownership	5,79
按行业分	Grouped by Sector	
采矿业	Mining	
煤炭开采和洗选业	Coal Mining & Processing	16,82
石油和天然气开采业	Petroleum & Natural Gas Pumped	0,33
黑色金属矿采选业	Mining & Dressing of Ferrous Metals	1,70
有色金属矿采选业	Mining & Dressing of Nonferrous Metals	1,77

非金属矿采选业	Mining & Dressing of Nonmetal Minerals	0,40
开采辅助活动	Support Activities for Mining	0,03
其他采矿业	Mining of Other Mineral	0,01
制造业	Manufacturing	
农副食品加工业	Processing of Agricultural Side-Line Food	3,22
食品制造业	Food Manufacturing	4,39
酒、饮料和精制茶制造业	Wine, Beverage and Refined Tea Manufacturing	1,69
烟草制品业	Tobacco Products	0,27
纺织业	Textile Industry	0,82
纺织服装、服饰业	Textile, Apparel Industry	0,92
皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	Leather, Fur, Feathers and Their Products and Footwear	0,23
木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业	Timber Processing, Bamboo, Cane, Palm Fiber & Straw Products	0,21
家具制造业	Furniture Manufacturing	0,03
造纸及纸制品业	Paper-making & Paper Products	0,33
印刷和记录媒介复制业	Printing and Record Medium Reproduction	0,12
文教、工美、体育和娱乐用品制造业	Manufacturing of Cultural, Educational & Arts , Crafts & Sports and Entertainment Goods	0,03
石油加工、炼焦和核燃料加工业	Petroleum Processing ,Coke Products & Processing of Nuclear Fuel	3,32
化学原料和化学制品制造业	Raw Chemical Materials & Chemical Products	8,61
医药制造业	Medicine Manufacturing	2,10
化学纤维制造业	Chemical Fiber Manufacturing	
橡胶和塑料制品业	Rubber and Plastic Products	0,47
非金属矿物制品业	Nonmetal Mineral Products	2,51
黑色金属冶炼和压延加工业	Smelting & Pressing of Ferrous Metals	8,26
有色金属冶炼和压延加工业	Smelting & Pressing of Nonferrous Metals	5,93
金属制品业	Metal Products	0,83
通用设备制造业	Manufacturing of General-Purpose Equipment	0,55
专用设备制造业	Special Purposes Equipment Manufacturing	0,46
汽车制造业	Automotive Manufacturing	0,64
铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业	Railroad,Ships, Aerospace and Other Transportation Equipment Manufacturing	0,18
电气机械和器材制造业	Electric Equipment & Machinery	0,56
计算机、通信和其他电子设备制造业	Manufacturing of Computer , Communications and Other Electronic Equipment	0,84

Fonte: Inner Mongolia Autonomous Regional Bureau of Statistics, 2019.

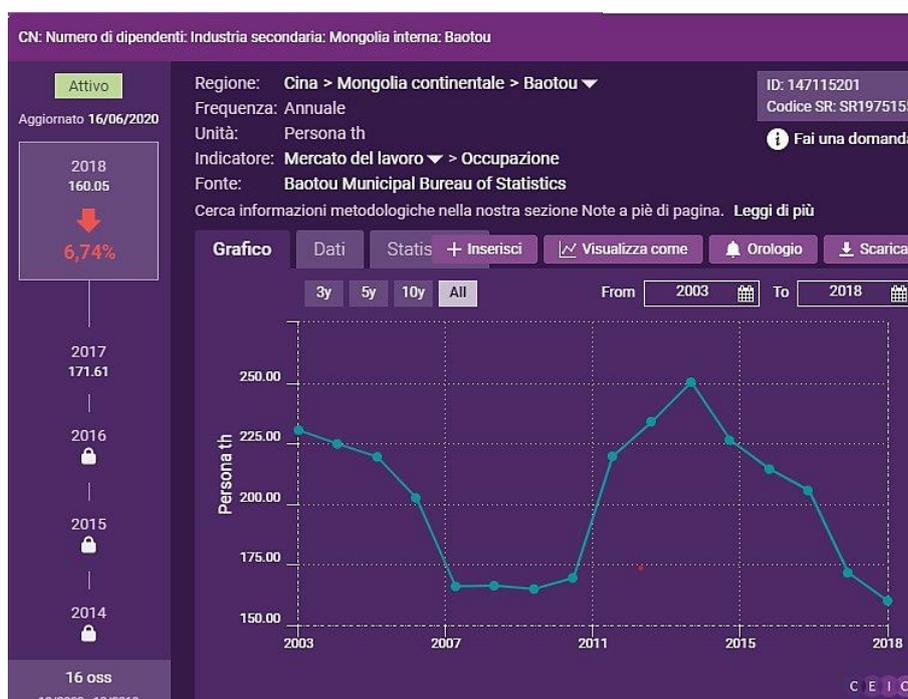
Concentrandosi sul caso specifico, i Grafici 3.9 e 3.10 mostrano l'andamento del livello di occupazione a *Baotou* nei settori primario e secondario, dal 2002 il primo e dal 2003 il secondo, fino al 2018. I dati evidenziano, nel primo caso, una netta diminuzione dell'occupazione a partire dal 2004 che poi è rimasta costante nel corso dei quattordici anni successivi. Per quanto riguarda il settore secondario, invece, in generale i numeri degli occupati sono decisamente superiori e l'andamento nel corso degli anni è stato altalenante, con livelli minimi sia nel 2010 che nel 2018 e il picco massimo con 250.000 occupati nel 2014.

Grafico 3.9: Occupazione nel settore primario a *Baotou*



Fonte: CEIC, 2020.

Grafico 3.10: Occupazione nel settore secondario a *Baotou*



Fonte: CEIC, 2020.

Come ultimo indicatore economico, prendiamo adesso in considerazione il PIL sia della regione che di *Baotou*. I dati forniti dall'Inner Mongolia Autonomous Regional Bureau of Statistics e trasformati nei Grafici 3.11 e 3.12 mostrano un andamento del prodotto interno lordo analogo in entrambi i diagrammi. A partire dal 1996 vediamo una costante crescita del PIL sia della regione che della città, che ha subito un'impennata intorno al 2002, anno che, come abbiamo precedentemente affermato, rappresenta l'inizio della più importante crescita economica della Mongolia Interna. Il picco viene raggiunto in entrambi i grafici intorno al 2017, quando la Mongolia Interna ha sfiorato i 2.000 miliardi di PIL e *Baotou* i 400 miliardi. Questo dimostra quanto la città contribuisca allo sviluppo economico della regione, rappresentando un quinto dell'intero prodotto interno lordo della regione.

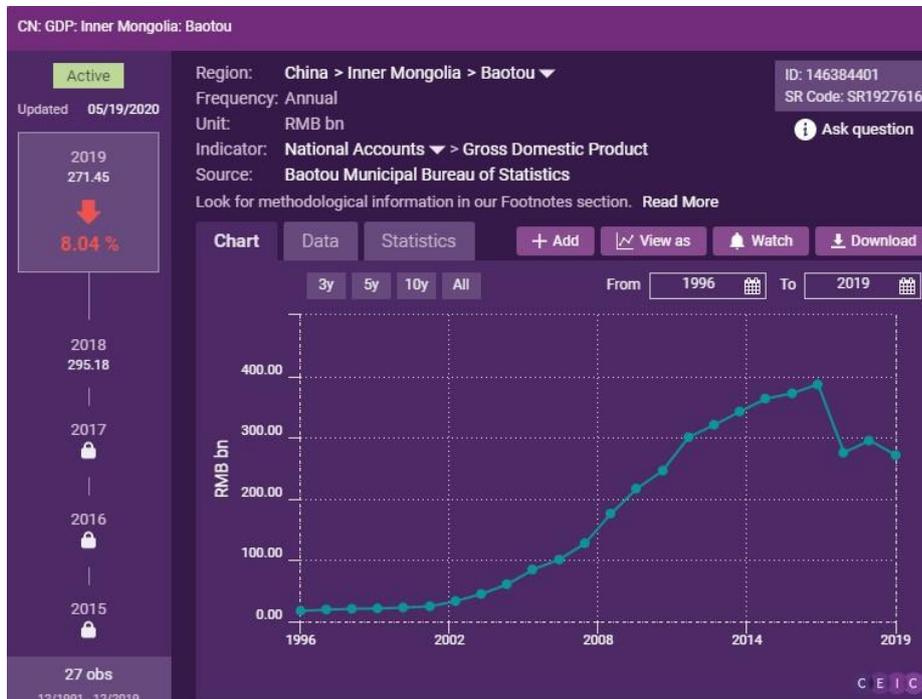
L'unica divergenza evidente tra i due grafici riguarda gli anni 2018 e 2019. Mentre il PIL della Mongolia, dopo un momento d'arresto, è tornato a crescere, quello di *Baotou* si è, nell'ultimo anno, nuovamente ridotto.

Grafico 3.11: PIL Mongolia Interna



Fonte: CEIC, 2020.

Grafico 3.12: PIL Baotou



Fonte: CEIC, 2020.

Per riassumere in un'unica considerazione finale i dati analizzati in precedenza, gli indicatori economici mostrano, in generale, la rilevanza del settore industriale e nello

specifico dell'industria pesante per l'economia della Mongolia Interna. Anche la quantità di industrie che operano in questi settori è, rispetto al totale delle aziende, consistente, connotando un importante coinvolgimento degli investimenti nell'ambito delle estrazioni e della lavorazione dei metalli.

Nonostante intorno al 2018 notiamo una diminuzione nell'andamento di vari indicatori tra cui il PIL, la produzione industriale e l'occupazione nella città di *Baotou*, nel complesso possiamo affermare che il settore delle terre rare è stato determinante nel corso degli anni per la trasformazione di una regione prevalentemente agricola in una florida economia industriale.

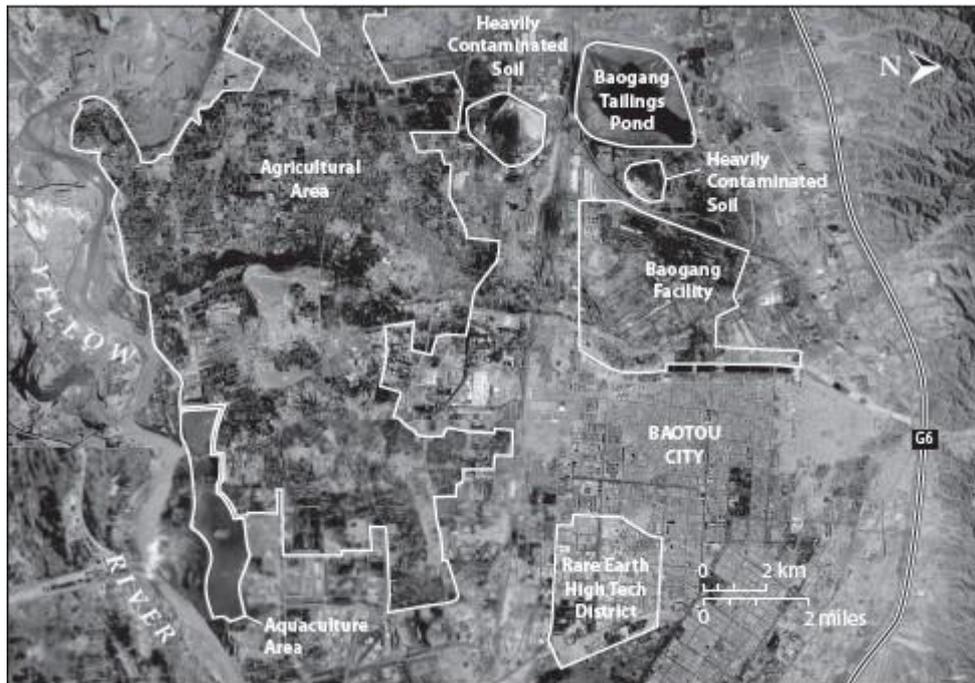
3.3 L'impatto sulla salute degli abitanti: i *cancer villages*

Come abbiamo anticipato nel secondo capitolo dell'elaborato, con il processo di estrazione e lavorazione delle terre rare vengono rilasciati nell'aria, nel suolo e nelle acque materiali pericolosi e radioattivi, provocando gravi danni all'ambiente e alla salute di tutta la comunità. In questo paragrafo chiariremo la natura, le origini e gli effetti di questi pericolosi materiali estratti e processati nella città di *Baotou*.

Riassumendo, sono quattro le principali fasi del processo di trasformazione delle terre rare: la prima riguarda l'estrazione mineraria che genera polveri cariche di metalli pesanti e radioattivi; la seconda consiste nel processo di raffinazione in cui gli acidi solforico e cloridrico vengono impiegati per separare gli elementi; la terza è rappresentata dalla gestione dei rifiuti prodotti dalle prime due, che generano scorie con alti livelli di radioattività; la quarta e ultima fase consiste nello smaltimento dei prodotti che contengono terre rare. Tutti gli elementi delle terre rare provocano danni all'organismo se inalati o ingeriti; ce ne sono alcuni che causano piaghe alla pelle, mentre il promezio, il gadolinio, il

terbio, il tulio e l'olmio hanno un tale grado di tossicità che necessitano di un trattamento specifico per evitare l'avvelenamento da radiazioni o la combustione. Inoltre, visto che le terre rare coincidono spesso con torio e uranio, per evitare ripercussioni è necessaria un'attenta, difficile e dispendiosa gestione dei rifiuti radioattivi (Klinger, 2017b).

Fig. 3.10: Immagine satellitare della città di *Baotou* e dei dintorni



Fonte: Klinger, 2017b.

La Figura 3.10, mostrando la geografia industriale della città di *Baotou*, dimostra quanto sia fondamentale la presenza di acqua per il funzionamento dell'intero settore. La miniera è situata a ottanta km dal confine con la Mongolia, a 241 km a nord dall'industria di lavorazione dei minerali e vede l'impresa statale Baogang Group (*Baogang Jituan* 包钢集团) operare vicino al grande bacino d'acqua del Fiume Giallo. È proprio a dieci km a nord del fiume e a 20 km ovest di un altro corso d'acqua che, alla fine degli anni Cinquanta, è nato *the world's largest rare earth lake*, un lago di tredici km² che, come mostrato dalla Figura 3.11, contiene duecento milioni di tonnellate di liquami con circa 70.000 di metalli radioattivi e torio, prodotti dagli scarichi delle industrie vicine. Durante la stagione delle

piogge o giornate di pioggia insolitamente intensa, questi materiali fuoriescono dal bacino e vengono dispersi nelle acque del Fiume Giallo e di altri corsi d'acqua minori; in aggiunta, il lago si trova in un'area ad alto rischio sismico dove un terremoto potrebbe causare uno degli incidenti di inquinamento fluviale più grave di sempre (Klinger, 2017b). L'impatto che la rottura della diga del bacino idrico avrebbe sul Fiume Giallo sarebbe nettamente peggiore del disastro avvenuto nel 2005, quando oltre 100 tonnellate di benzene e nitrobenzene furono riversate nel fiume *Songhua* 松花江 a causa dell'esplosione di un'industria chimica nella città di *Jilin* 吉林市. Gli 80 km liquidi inquinanti riversati nel fiume costrinse la città di *Harbin* 哈尔滨市 a interrompere le forniture di acqua a quasi quattro milioni di abitanti (The Guardian, 2005).

Fig. 3.41: Lago di acque reflue, *Baotou*



Fonte: Bontron, 2012.

Il problema di *Bayan Obo* non si esaurisce al rischio di rottura della diga; difatti i territori circostanti sono stati contaminati nel corso degli anni sia da esalazioni che da infiltrazioni di acque inquinate. Il tasso di mortalità per cancro nel distretto di *Bayan Obo* è

passato da 107,93 su 100.000 persone nel 1989-1990 a 155,7 nel 1997. Inoltre, la Stazione per il monitoraggio ambientale di Baogang ha rivelato che l'area ad alta contaminazione si è ingrandita di tre volte nell'arco di otto anni, passando da 4,92 km² nel 1998 a 15 km² nel 2006. Purtroppo, la diffusione di residui radioattivi non è limitata a quest'area. Il gas radon viene rilasciato nell'aria da torio e uranio, ed essendo più denso dell'aria, può diffondersi molto velocemente fino ad una distanza di 1.000 km. Inoltre, le infiltrazioni causate dalla mancanza di un rivestimento del bacino, si insinuano inquinando il sottosuolo che storicamente riforniva la città con i suoi prodotti.

I problemi causati dal lago di liquami sono stati documentati a partire dagli anni Settanta, quando agricoltori dei villaggi circostanti hanno iniziato a notare una diminuzione dei raccolti. “Le piante crescevano male. Fiorivano bene, ma a volte non avevano frutti o erano piccoli oppure avevano un odore terribile”, racconta *Li Guirong*, ex segretario generale della sezione locale del Partito Comunista (Bontron, 2012). Nel 1994, un'indagine ha rilevato elevati livelli di radioattività negli ortaggi prodotti a valle e successivamente, nel 2002, uno studio sulle acque dei pozzi della zona ha evidenziato il superamento del limite consentito di sali radioattivi (Klinger, 2017b). L'agenzia municipale per la protezione ambientale ha poi portato avanti uno studio in cui si mostrava che la fonte principale di questi problemi fossero le terre rare.

Successivamente è stato coniato il termine *cancer villages* (*Aizheng cun* 癌症村) per descrivere il modo con cui l'inquinamento prodotto dall'industria delle terre rare ha causato la morte degli abitanti delle zone confinanti coi bacini di acque reflue. Come approfondito da Linh Nguyen (2015), i *cancer villages* sono considerati il risultato dell'approccio tipicamente cinese del *grow (pollute) first, clean up later* che non considera gli impatti ambientale e sociale che lo sviluppo senza controllo può causare e che ha portato, negli ultimi trent'anni, un aumento del 465% del tasso di mortalità per cancro ai polmoni. Questa

malattia rappresenta il 25% dei decessi nelle aree urbane e il 21% in quelle rurali, le quali hanno però registrato maggiori tassi di mortalità per cancro al fegato, allo stomaco, all'esofago e al collo dell'utero (Lee, 2010).

Molteplici sono le realtà in cui, vicino *Baotou*, sono state riscontrate criticità nella salute degli abitanti. In un piccolo villaggio di settantacinque famiglie, la gente del posto ha riferito di sei morti l'anno per cancro e ictus frequenti tra gli adulti. Un altro villaggio vicino ha registrato un elevato tasso di mortalità tanto da coniare l'espressione *one in seven* per attirare l'attenzione sui morti di mezza età per cancro (Klinger, 2017b). “Ho le gambe doloranti, come molti abitanti del villaggio. Ci sono molti malati per diabete, osteoporosi e persone con problemi al torace. Tutte le famiglie sono affette da malattie”, testimonia *He Guixiang* (Bontron, 2012). Nel piccolo villaggio a due chilometri a ovest dal bacino di *Baotou*, la questione del cancro è iniziata nel 1988, quando animali come i cavalli e le capre hanno iniziato a sviluppare strane escrescenze, per poi morire precocemente. Successivamente, gli abitanti hanno iniziato ad avere problemi legati alle mascelle e poi molti di loro si sono ammalati gravemente di cancro. Un documento compilato da un comitato del villaggio riporta che, tra il 1999 e il 2006, i morti per cancro sono stati 61, numeri analoghi a quelli dei villaggi circostanti (Liu et al., 2016).

In confronto a queste realtà, la media nazionale di morti per cancro è di due ogni mille abitanti. All'inizio del 2004, gli abitanti hanno presentato la situazione al governo della città di *Baotou* e all'azienda Baogang, chiedendo un risarcimento e la possibilità di reinsediamento in un'area sicura. L'azienda ha accettato di dare cinque milioni di *yuan* all'anno a cinque dei villaggi che circondano il bacino che, divisi equamente per i 25.000 abitanti, diventano circa 200 *yuan* a persona, una somma esigua per permettere a queste persone di trasferirsi in una zona adeguata. Con parte di questo risarcimento sono stati costruiti palazzi a pochi chilometri a ovest dalle vecchie abitazioni, per cui il governo ha

chiesto ai cittadini di acquistare il diritto di occupazione. Questo è uno dei motivi per il quale gli edifici sono rimasti vuoti e gli abitanti hanno continuato a vivere nei villaggi inquinati (Bontron, 2012).

Insoddisfatti delle risposte delle autorità, gli abitanti hanno richiesto con successo un monitoraggio delle condizioni ambientali, che hanno successivamente utilizzato per presentare una petizione a livelli di governo più elevati. Gli abitanti di queste zone hanno esposto la propria situazione come una minaccia alla sicurezza alimentare di tutto il Paese a causa delle sostanze inquinanti che hanno contaminato il terreno e che stanno lentamente avvelenando le acque del Fiume Giallo, il quale dopo aver attraversato *Baotou*, scorre attraverso altre cinque province fornendo l'acqua per oltre cento milioni di persone. Questa protesta è servita a elevare la questione sul costo umano e ambientale del monopolio delle terre rare in Cina e a influenzare la coscienza nazionale e internazionale sulla necessità di un cambiamento (Klinger 2017b).

Sebbene alcuni medici evitino di condividere la realtà delle patologie con i pazienti, le persone sono consapevoli della situazione in cui si trovano. Klinger (2017b) riporta le parole di un abitante di 56 anni che racconta: “Nella stagione secca respiriamo la polvere. Durante la stagione delle piogge l'inquinamento arriva nella nostra acqua. Mangiamo cibo inquinato. Il bestiame lo mangia nell'erba e noi mangiamo il bestiame. È molto pericoloso. Tutti conoscono il problema, ma è troppo grande da gestire”.

Purtroppo, queste realtà non sono circoscritte alla città di *Baotou*, ma sono diffuse in 29 delle 31 province cinesi, ad eccezione del Tibet (*Xizang* 西藏) e della provincia Qinghai 青海省, per un totale di 459 *cancer villages*. Nonostante l'industria delle terre rare rappresenti forse il principale fattore di inquinamento, esistono altre motivazioni alla base della diffusione di queste malattie. Il veloce sviluppo delle aree urbane ha causato un

maggiore impoverimento delle zone rurali, dove la popolazione ha continuato a rifornirsi di acqua direttamente dalle sorgenti naturali, ormai ampiamente inquinate. La disparità tra la ricchezza delle città e la povertà delle campagne ha accentuato lo sviluppo del cancro in questi villaggi. Altri fattori determinanti sono rappresentati dalla mancanza di un apparato legislativo adeguato alla riduzione delle emissioni inquinanti e dall'alta concentrazione delle aree industriali nell'entroterra, dove gli scarichi delle imprese contaminano le uniche fonti idriche a disposizione della popolazione (Lee, 2010).

Conclusioni

L'industria delle terre rare rappresenta da più di cinquant'anni un importante settore per l'economia mondiale, in cui la Cina si colloca in una posizione di superiorità assoluta. Grazie a questo settore, alcune zone del Paese prevalentemente legate all'agricoltura hanno conosciuto uno sviluppo economico senza precedenti, seguito da un aumento della ricchezza a disposizione delle comunità. Tuttavia, quello che inizialmente sembrava essere soltanto fonte di benessere economico e sociale, si è rivelato nel corso degli anni essere anche motivo di sofferenza e degrado. Agli inizi degli anni Duemila, i costi ambientali e sanitari del monopolio cinese nell'industria delle terre rare hanno raggiunto un punto di tale gravità che il governo centrale ha reindirizzato la strategia nazionale verso una maggiore conservazione delle risorse, a discapito delle esportazioni. Il tentativo di far fronte alle problematiche emerse dall'eccessivo accrescimento dell'industria delle REE, si scontra con la corsa verso un'economia più verde la quale prevede, inevitabilmente, la presenza delle terre rare e dei loro derivati.

Il paradosso che è venuto a delinearsi invita, pertanto, ad una riflessione: come possiamo imparare dal presente per costruire un futuro migliore, in questo caso più pulito ed ecosostenibile?

Nonostante le terre rare siano fondamentali per la produzione di gran parte dei componenti cardine di questo cambiamento, è possibile ridurre i danni che l'intera filiera industriale fa ricadere sul territorio e sul tessuto sociale. Innanzitutto, è possibile controllare maggiormente e ridurre le attività illegali che, in Cina soprattutto, estraggono e producono senza rispettare i limiti e le condizioni imposte dal governo. Riducendo le realtà che sfruttano intensamente sia le risorse umane che quelle minerarie, è possibile ridurre parte delle emissioni inquinanti che vengono riversate nell'ambiente e che provocano gravi malattie. In

secondo luogo, sarebbe importante incentivare il mercato delle terre rare prodotte in modo più sostenibile, come ad esempio la realizzazione di siti che, attraverso processi certificati, recuperino questi minerali dai rifiuti esistenti piuttosto che procedere con nuove attività estrattive. Fornendo incentivi fiscali alle aziende che dipendono dalle terre rare, come quelle impegnate nella produzione di apparecchiature mediche e di tecnologie per l'energia rinnovabile, si contribuirebbe a creare un mercato più verde, in cui le imprese possano lavorare in modo ecologicamente responsabile. Infine, un'altra soluzione concreta per ridurre i danni dell'industria delle REE, è rappresentata dal riciclo di questi elementi. Sebbene il processo di riciclaggio delle terre rare sia impegnativo e particolarmente costoso in quanto necessita di strutture adeguate e di formazione del personale addetto alla lavorazione, perseguire questa strada porterebbe a un regime di produzione globale più giusto e sostenibile.

Queste considerazioni evidenziano come sia possibile superare il paradosso delle terre rare, ponendo al centro della vita moderna la sostenibilità e l'idea di un mondo tecnologicamente avanzato, ma allo stesso tempo pulito.

Sebbene la Cina abbia dimostrato, con i provvedimenti messi in atto insieme al XIII° Piano Quinquennale, di essersi impegnata per progredire in questa direzione, i progressi fatti non sono ancora sufficienti. Ciò che è necessario per una radicale trasformazione dell'industria delle terre rare è prima di tutto un cambiamento del sentire comune: smettere di giustificare ogni sorta di brutalità nei confronti dell'ambiente, utilizzando come scusa la crescente domanda di tecnologie innovative. Ciò permetterebbe il miglioramento delle condizioni ambientali in cui viviamo. Soltanto attraverso una reale presa di coscienza da parte della comunità, messa di fronte allo scenario del nostro fragile futuro senza una concreta politica ambientale, è possibile sensibilizzare le persone e sperare in un miglioramento della qualità della vita presente e futura.

Bibliografia

A

ABIGAIL, Martin & Iles Alastair (2020). “The Ethics of Rare Earth Elements Over Time and Space”, *International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 26: 5-30.

ALI, Saleem (2014). “Social and Environmental Impact of the Rare Earth Industries”, *Resources*, No. 3:123-134.

ANDORNINO, Giovanni (2012). “La controversia sulle “terre rare” si globalizza”, *Orizzonte Cina*, No. 177: 1-2.

B

BAI, Liping, Yeyao Wang, Yongli Guo, Youya Zhou, Li Liu, Zengguang Yan, Fasheng Li & Xuefeng Xie (2016). “Health Risk Assessment Research on Heavy Metals Ingestion Through Groundwater Drinking Pathway for the Residents in Baotou, China”, *Journal of Environmental Health*, Vol. 78, No. 6: 84-91.

BAOTOU DAILY 包头日报 (2020). URL: <http://www.baotounews.com.cn/>

BAOTOU MUNICIPAL GOVERNMENT 包头市人民政府 (2020). URL: <http://www.baotou.gov.cn/index.htm>

BARONCINI, Elisa (2011). “La politica cinese sulle esportazioni dinanzi al sistema di risoluzione delle controversie dell’OMC: Il report del panel nel caso *China – Raw Materials*”, *Cuadernos de Derecho Transnacional*, Vol. 3, No. 2: 204-248.

BARONCINI, Elisa (2012). “*The China-Rare Earths* WTO Dispute: A Precious Chance to Revise the *China-Raw Materials* Conclusions on the Applicability of GATT Article XX to China’s WTO Accession Protocol”, *Cuadernos de Derecho Transnacional*, Vol. 4, No. 2: 49-69.

BILSBOROUGH, Shane (2012). "The Strategic Implications of China's Rare Earths Policy", *Journal of Strategic Security*, Vol. 5, No. 3: 1-12. URL:

https://scholarcommons.usf.edu/jss/vol5/iss3/4/?utm_source=scholarcommons.usf.edu%2Fjss%2Fvol5%2Fiss3%2F4&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages

BONTRON, Cécile (2012). “Rare-earth mining in China comes at a heavy cost for local villages”, *The Guardian*, URL: <https://www.theguardian.com/environment/2012/aug/07/china-rare-earth-village-pollution>

BRADSHER, Keith (2013). “China Tries to Clean Up Toxic Legacy of Its Rare Earth Riches”, *New York Times*: B1.

BUCKLEY, Chris (2010). “China’s dream for rare earths rests on grim costs”, *Reuters*, URL: <https://www.reuters.com/article/uk-china-rareearths-idUKLNE6A201720101103>

C

CAVALIERI, Renzo (2003). *L’adesione della Cina alla WTO. Implicazioni giuridiche*. Lecce: Argo.

CASACCHIA, Giorgio & Bai, Yukun (2013). *Dizionario cinese-italiano*. Venezia: Libreria Editrice Cafoscarina.

CEIC (2020). URL: <https://www.ceicdata.com/en>

CENTRAL COMMITTEE OF THE COMMUNIST PARTY OF CHINA. The 13th Five-Year Plan For Economic And Social Development Of The People’s Republic Of China (2016-2020). Beijing: Central Compilation & Translation Press.

CHEN, X. A., Y.E. Cheng, H. Xiao, G. Feng, Y. H. Deng, Z. L. Feng, L. Chen, X. M. Han, Y. J. Yang, Z. H. Dong & R. Zheng (2004). “Health effects following long-term exposure to thorium dusts: a twenty-year follow-up study in China”, *Radioprotection*, Vol. 39, No. 4: 525-533.

CHEN, Zhanheng 陈占恒 (2011). “Quanqiu xitu ziyuan ji weilai xitu hangye de qianjing” 全球稀土资源及未来稀土行业的前景 [Risorse globali e scenari della futura industria di terre rare], *Journal of Rare Earths*, Vol. 29, No. 1: 1-6.

CHIOMENTI, Studio legale (2013). Guida legale agli investimenti stranieri in Cina.

CLAASSENS, Jip (2016). “Rare Earth Export Restrictions in China.” MA Theses, Vrije Universiteit Amsterdam.

CUIXIA, Xing, Zhang Kai & Sun Qizhi (1998). “Xitu fazhan gaikuang” 稀土发展概况 [Sintesi dello sviluppo delle terre rare], *Shijie di zhi* 世界地质, Vol. 17, No. 1, pp. 100-104.

D

DALY, Tom (2019). “China becomes world's biggest importer of rare earths: analysts”, *Reuters*, URL: <https://www.reuters.com/article/us-china-rareearths-idUSKBN1QU1RO>

E

ENCICLOPEDIA TRECCANI. “GATT”, URL: <http://www.treccani.it/enciclopedia/general-agreement-on-tariffs-and-trade/>

ENCICLOPEDIA TRECCANI. “Terre Rare”, URL: <http://www.treccani.it/enciclopedia/terre-rare/>

F

FERNANDEZ, Viviana (2017). “Rare-earth elements market: A historical and financial perspective”, *Resources Policy, Elsevier*, Vol. 53: 26-45.

G

GAMBOGI, Joseph (2020). *Mineral Commodity Summeries*. U.S. Geological Survey (USGS).

GANG, Chen 刚陈 (2010). *Politics of China's Environmental Protection*, World Scientific, Singapore.

- GANGULI, Rajive & Douglas, R. Cook (2018). “Rare earths: A review of the landscape”, *MRS Energy & Sustainability: A Review Journal*, Vol. 5, No. 9: 1-16. URL: <https://doi.org/10.1557/mre.2018.7>
- GAO, Jizhi 高际致, Junling Dong 俊岭董 & Na Zhang 娜张 (2002). “Baotou si dao sha he liuyu hangye feishui dui shui huanjing yingxiang” 包头四刀杀河流域稀土行业废水对水环境影响分析 [Analisi dell’impatto ambientale sull’ambiente acquatico dell’industria delle terre rare nell’area del fiume Baotou Sidao Sha]. *Neimenggu huanjing baohu* 内蒙古环境保护, Vol. 14, No. 3: 31-33.
- GAO, Yang 高扬 (2013). “Da xitu nan ju” 大稀土难局 [La grande sfida delle terre rare]. *Zhongguo jingji he xinxi hua* 中国经济和信息化, No. Z1, February 25: 30-39.
- GAO, Zhiqiang 高志强 & Qixing Zhou 启星周 (2011). “Xitu kuang lu kaicai guocheng de wuran ji dui ziyuan he shengtai huanjing de yingxiang” 稀土矿露开采过程的污染及对资源和生态环境的影响 [Inquinamento durante il processo di estrazione a cielo aperto di minerali di terre rare e il suo impatto sulle risorse e sull’ambiente ecologico]. *Shengtai xue zazhi* 生态学杂志, Vol. 30, No. 12: 2915-2922.
- GU, Li 古莉 (2012). “Shijie bao: Zhongguo xitu sha si cunzhuang” 世界报: 中国稀土杀死村庄 [Le Monde: le terre rare cinesi uccidono i villaggi]. *Faguo guoji guangbo diantai* 法国国际广播电台, 20 Luglio, URL: www.chinese.rfi.fr/%E4%B8%AD%E5%9B%BD/20120720-%E4%B8%96%E7%95%8C%E6%8A%A5%EF%BC%9A%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E7%A8%80%E5%9C%9F%E6%9D%80%E6%AD%BB%E6%9D%91%E5%BA%84
- GUANGXIAN, Xu 光宪徐 & Shichang, Xu 师昌绪 (2005). “Guanyu baohu baiyun ebo kuang tu huo xitu ziyuan biminian huanghe he Baotou shou fangshexing wuran de jinji huyu” 关于保护白云鄂博矿钍和稀土资源避免黄河和包头受放射性污染的紧急呼吁 [Appello urgente per proteggere il torio e le risorse di terre rare della miniera di Baiyun Obo per evitare la contaminazione radioattiva del fiume Giallo e di Baotou], *Zhongguo kexueyuan* 中国科学院, Vol. 20, No. 6, pp. 448-450, URL:

http://www.cas.cn/zjt/wxcbzt/zgkxyyk2005ndlq/ysyxb/200511/t20051117_2667814.shtml

H

HAN, Aiping 韩爱萍, Jianping Ge 建平葛 & Yalin Lei 涯邻雷 (2015). “An adjustment in regulation policies and its effects on market supply: Game analysis for China’s rare earths”, *Resources Policy, Elsevier*, Vol. 46, No. 2: 30-42.

HENSEL, Nayantara (2011). “Economic Challenges in the Clean Energy Supply Chain: The Market for Rare Earth Minerals and Other Critical Inputs”, *Business Economics*, Vol. 46, No. 3: 171-184.

HU, An-Gang (2016). “The Five-Year Plan: A new tool for energy saving and emissions reduction in China.” *Advanced in Climate Change Research*, Vol. 7, No. 4: 222-228.

HUANG, Ganlin 黄甘霖 & Yaoqiong Jiang 亚琼江 (2017). “2000 nian he 2010 nian neimenggu chengshi hua yu shehui jingji fazhan: Gis fenxi” 2000 年和 2010 年内蒙古城市化与社会经济发展：GIS 分析 [Urbanizzazione e sviluppo socio-economico nella Mongolia Interna nel 2000 e nel 2010], *Ke chixu fazhan zazhi* 可持续发展杂志, MDPI, Vol. 9, No. 2: 1-11.

I

INNER MONGOLIA AUTONOMOUS REGIONAL BUREAU OF STATISTICS 内蒙古自治区统计局编 (2019). “Neimenggu tongji nianjian” 内蒙古统计年鉴 [Inner Mongolia Statistical Yearbook], URL: <http://tj.nmg.gov.cn/Files/tjnj/2019/zk/indexee.htm>

K

KALANTZAKOS, Sophia (2018). *China and the geopolitics of rare earths*. Oxford: Oxford University Press.

- KENNEDY, Scott & Christopher K. Johnson (2016). Perfecting China, Inc. The 13th Five-Year Plan In: *The What: The Plan's Targets and Policies*. Centre of Strategic and International Studies, Washington, pp. 19-35.
- KILBY, Charles (2014). "China's Rare Earth Trade: Health and the Environment", *The China Quarterly*, No. 218: 540-550.
- KLINGER, Julie Michelle (2015). "A historical geography of rare earth elements: From discovery to the atomic age", *The Extractive Industries and Society*, Elsevier, Vol. 2, No. 3: 572-580.
- KLINGER, Julie Michelle (2017). PLACING CHINA IN THE WORLD HISTORY OF DISCOVERY, PRODUCTION, AND USE. In: *Rare Earth Frontiers: From Terrestrial Subsoils to Lunar Landscapes*. Cornell University Press, New York, pp. 103-136.
- KLINGER, Julie Michelle (2017a). RUDE AWAKENINGS. In: *Rare Earth Frontiers: From Terrestrial Subsoils to Lunar Landscapes*. Cornell University Press, New York, pp.132-164.
- KLINGER, Julie Michelle (2017b). WELCOME TO THE HOMETOWN OF RARE EARTHS:1980–2010. In: *Rare Earth Frontiers: From Terrestrial Subsoils to Lunar Landscapes*. Cornell University Press, New York, pp. 103-136.

L

- LEE, Liu (2010). "Made in China: Cancer villages," *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Vol. 52, No. 2: 8-21.
- LIU, Hongqiao 刘虹桥, Debra Tan 德布拉谭, Feng Hu 鋒胡, Dawn McGregor (ed.) (2016). *RARE EARTHS: SHADES OF GREY. Can China Continue To Fuel Our Global Clean & Smart Future*. China Water Risk (CWR) 中国水风险 . URL: <http://www.chinawaterrisk.org/research-reports/rare-earths-shades-of-grey-chinese-version/>
- LIU, Lican 劉立燦 (2013). "Qiangguo bing cun" 强国病村 [Strong country, cancer villages], Mingpao Publishers 明報網站, Hong Kong.

LONG Keith R., Bradley S. Van Gosen, Nora K. Foley & Daniel Cordier (2010). *The Principal Rare Earth Elements Deposits of the United States – A Summary Domestic Deposits and a Global Perspective*. U.S Geological Survey (USGS). Report No. 5220.

M

MANCHERI, Nabeel (2012). “Chinese monopoly in rare earth elements: supply-demand and industrial applications”, *China Report*, Vol. 48, No. 4: 449-468.

MANCHERI, Nabeel (2015). “World trade in rare earths, Chinese export restrictions, and implications”, *Resources Policy, Elsevier*, Vol. 46: 262-271.

MANCHERI, N., L. Sundaresan. & S. Chandrashekar (2012). *Dominating the World: China and the rare earth industry*. National Institute of Advanced Studies (NIAS). Report No. R19-2013.

MASSARI, Stefania & Marcello Ruberti (2013). “Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies”, *Resources Policy, Elsevier*, Vol. 38, No. 1: 36-43.

METALLI RARI (2018). “Nell’Oceano del Giappone ci sono terre rare per secoli di consumi”, 11 maggio, URL: <https://www.metallirari.com/oceano-giappone-terre-rare-secoli/>

METALLI RARI (2019). “Il ghiaccio si ritira in Groenlandia e affiorano terre rare”, 1° ottobre, URL: <https://www.metallirari.com/ghiaccio-ritira-groenlandia-affiorano-terre-rare/>

MINISTRY OF INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY OF THE PEOPLE’S REPUBLIC OF CHINA (MIIT) 中华人民共和国工业和信息化部 (2016). “Gongye luse fazhan gui Hua 2016-2020 nian” 工业绿色发展规划(2016–2020年) [Piano di sviluppo dell’industria verde 2016-2020]. URL: <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757016/c5143553/content.html>

MINISTRY OF INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA (MIIT) 中华人民共和国工业和信息化部 (2016a). "Xitu hangye guifan tiaojian (2016 nian ben)" 稀土行业规范条件(2016 年本) [Condizioni standard del settore delle terre rare]. URL: <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n4509607/c4981945/content.html>

MINISTRY OF INDUSTRY AND INFORMATION TECHNOLOGY OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA (MIIT) 中华人民共和国工业和信息化部 (2016b). "Youse jinshu gongye fazhan gui Hua (2016-2020 nian)" 有色金属工业发展规划 (2016-2020 年) [Piano di sviluppo dell'industria dei metalli non ferrosi (2016-2020)]. URL: www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057267/n3057273/c5288595/content.html

MORRISON, M. Wayne & Rachel Tang (2012). *China's Rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States*. Congressional Research Service. Report No. R42510.

N

NATIONAL PEOPLE'S CONGRESS 全国人民代表大会 (2014). "Zhonghua renmin gongheguo huanjing baohu fa" 中华人民共和国环境保护法 [Legge sulla protezione ambientale della Repubblica Popolare cinese], Order of the Chairman, No. 9.

NGUYEN, LINH (2015). The State of Environmental Migration 2015: A Review of 2014. In: François Gemenne, Caroline Zickgraf, Luka De Bruyckere (eds.). *Cancer Villages in China*. Liège, Presses Universitaires.

P

PACKEY, Daniel J. & Dudley Kingsnorth (2016). "The impact of unregulated ionic clay rare earth mining in China", *Resources Policy, Elsevier*, No. 48: 112-116.

PARK, Hogeun, Peilei Fan, Ranjeet John, Jiquan Chen (2017). “Urbanization on the Mongolian Plateau after economic reform: Changes and causes”, *Science Direct, Elsevier*, No. 86: 118-127.

PLETCHER, Kenneth (2008). “Baotou”, *Encyclopaedia Britannica*, URL: <https://www.britannica.com/place/Baotou>

R

RAMPOLLA, Vincenzo (2019). “La Cina delle miniere di terre rare e i minatori”, *Nel futuro*, URL: <https://www.nelfuturo.com/La-Cina-delle-mini-ere-di-terre-rare-e-i-minatori>

RESEARCH AND MARKETS (2019). *Research Report on China’s Rare Earth Industry, 2019-2023*, URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4771561/research-report-on-chinas-rare-earth-industry>

RIM, Kyung Taek (2016). “Effects of rare earth elements on the environment and human health: A literature review”, *Toxicology and Environmental Health Sciences*, Vol. 8, No. 3: 188-200.

S

SCHÜLER, Doris, Matthias Buchert, Ran Liu, Stephanie Dittrich & Cornelia Merz (2011). *Study on Rare Earths and Their Recycling*. Öko-Institut e.V.

SHEN, Yuzhou, Ruthann Moomy & Roderick G. Eggert (2020). “China’s public policies toward rare earths, 1975-2018”, *Springer Link, Mineral Economics*, No. 33: 127-151, URL: <https://doi.org/10.1007/s13563-019-00214-2>

STATE COUNCIL (2012). *The Situation and Policies of China’s Rare Earth Industry*. Foreign Languages Press.

T

TAUBLE, Markus (2017). *Analysis of Market-Distortions in the Chinese Non-Ferrous Metals Industry*. THINK!DESK China Research & Consulting.

THE ECONOMIST (2019). “Rare earth give China leverage in the trade war, at a cost”, June 15th, URL: <https://www.economist.com/china/2019/06/15/rare-earths-give-china-leverage-in-the-trade-war-at-a-cost>

THE GUARDIAN (2005). “100 tonnes of pollutants spilled into Chinese river”, November 25th, URL:<https://www.theguardian.com/news/2005/nov/25/china.internationalnews>

TSE, Pui-Kwan (2011). *China’s Rare Earth Industry*. U. S. Geological Survey (USGS). Report No. 1042.

U

UNGARO, Alessandro Riccardo (2013). “Il mercato delle terre rare: aspetti politici e finanziari”, *Istituto Affari Internazionali*, No. 13/04: 1-19.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (U.S. EPA) (2012). *Rare Earth Elements: A Review of Production, Processing, Recycling, and Associated Environmental Issues*. Office of Research and Development. URL: <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100EUBC>

V

VAN GOSEN, Bradley S., Philip L. Verplanck, Keith R. Long, Joseph Gambogi & Robert R. Seal II (2014). *The rare-earth elements—vital to modern technologies and lifestyles*. U.S. Geological Survey Fact Sheet, Report No. 2014–3078, URL: <https://doi.org/10.3133/fs20143078>

VONCKEN, Jack H. L. (2016). *The Rare Earth Elements. An Introduction*. Delft University of Technology: SpringerBriefs in Earth Sciences.

W

WANG, Xiaoping 王小平 (2007). “Baotou xitu gaoxin qu xitu chanye jiqun hua fazhan duice yanjiu” 包头稀土高新区稀土产业集群化发展对策研究 [Ricerca sulla strategia di sviluppo del cluster dell’industria delle terre rare nella zona high-tech

delle terre rare di Baotou], *Neimenggu shifan daxue xuebao* 内蒙古师范大学学报, Vol. 36, No. 6: 69-72.

WEN, Lijin 文李进 (2013). “Shijie xitu ziyuan jingzheng geju fenxi” 世界稀土资源竞争格局分析 [Analisi del modello di concorrenza delle risorse di terre rare mondiali]. *Huanjing shiye* 环境视野, pp.60-63.

WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO), URL: <https://www.wto.org/index.htm>

WÜBBEKE, Jost (2013). “Rare Earth Elements in China: Policies and Narratives of Reinventing an Industry”, *Resources Policy, Elsevier*, Vol. 38, No. 3: 384-394.

WÜBBEKE, Jost (2016). “Problems, Strategy and Implementation in China’s Rare Earth Industry”, PhD diss., Freien Universität Berlin.

X

XIE, Yuling, Zengqian Hou, Richard J. Goldfarb, Xiang Guo & Lei Wang (2016). Rare Earth and Critical Elements in Ore Deposits. In: L. Verplanck, Murray W. Hitzman (eds), *Rare Earth Element Deposits in China*. Littleton, Society of Economic Geologists, pp.115-136.

XINHUA 新华社 (2016). “Zhonghua renmin gongheguo guomin jingji he fazhan di shisan ge wu nian guihua gangyao” 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要 [Schema del tredicesimo Piano Quinquennale per lo sviluppo economico e sociale della Repubblica Popolare Cinese], URL: http://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm

XINHUANET 新华网 (2018). “China starts collecting environment tax”, URL: http://www.xinhuanet.com/english/2018-01/01/c_136865174.htm

Z

ZHANG, Yiyi, Guoyi Han & Marie Jürisoo (2014). *The geopolitics of China's rare earths: a glimpse of things to come in a resource-scarce world?* Stockholm Environment Institute.