

Droomreis naar Zuid-Amerika

Scheikunde PO Periode 2, Atheneum 4

Tim Wezeman & Luuk Schouten A4F

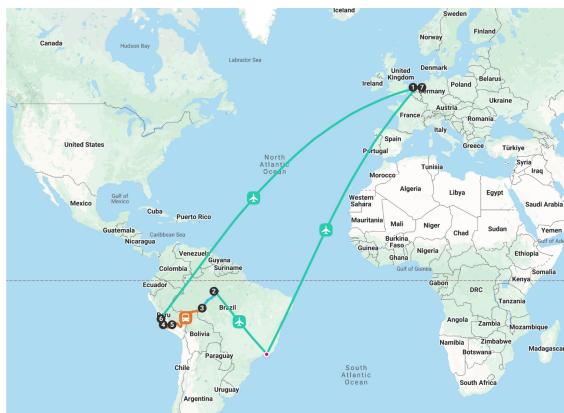


H.N. Werkman Stadslyceum
Groningen, Nederland
6 juni 2024

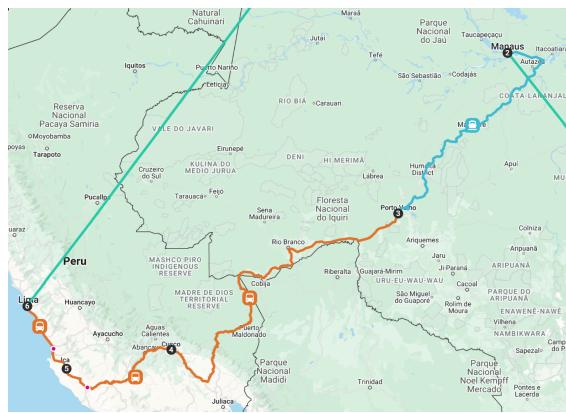
Inhoudsopgave

I	Reisroute	2
II	Reisschema	3
III	Hoeveelheden gebruikte brandstoffen	4
IV	Reactievergelijkingen	4
V	CO ₂ productie gehele reis	5
VI	CO ₂ productie per afgelegde kilometer	6
VII	Hoeveel eikenbomen zijn nodig om de totale CO ₂ productie op te vangen	6
VIII	Folder	7
IX	Lijst van figuren	11
X	Lijst van tabellen	11
XI	Lijst van berekeningen	11
XII	Bronnen	12

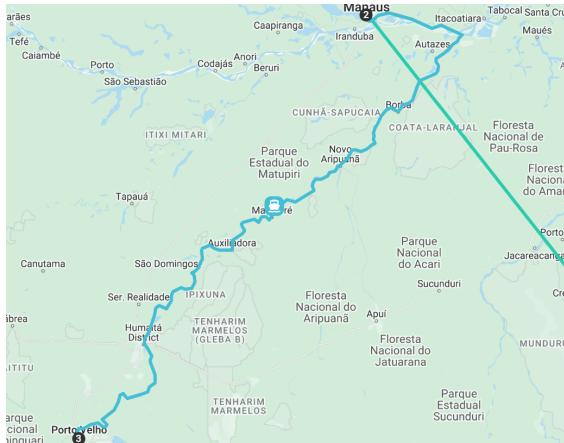
I Reisroute



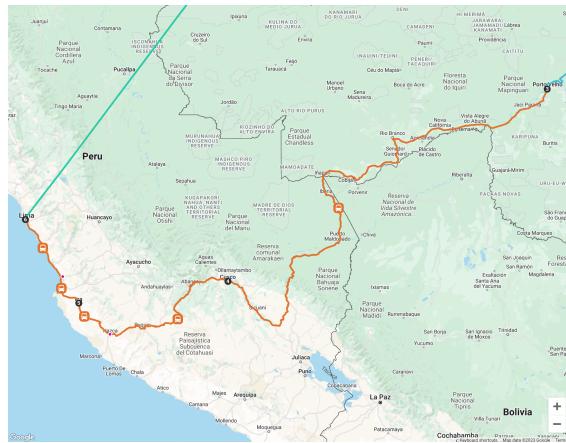
Figuur 1: Hele reis, inclusief vliegroute



Figuur 2: Reis op het land (Manaus → Lima)



Figuur 3: Reis via boot (Manaus → Porto Velho)



Figuur 4: Reis via bus (Porto Velho → Lima)

II Reisschema

Tabel 1: Reisschema

	Van..	Naar..	Activiteit	Afstand (km)	Vervoers- middel	Reistijd	Benodigde brandstof	Brandstof gebruik(L)
Dag 1	Amsterdam	Rio de Janeiro	Reisdag	9.571	Vliegtuig	12h	Kerosine	1.276,13
Dag 2	Rio de Janeiro	-	Christus de Verlosser	-	-	-	-	-
Dag 3	Rio de Janeiro	-	Suikerbroodberg	-	-	-	-	-
Dag 4	Rio de Janeiro	Manaus	Reisdag	2.851	Vliegtuig	4h 5m	Kerosine	380,13
Dag 5	Manaus	-	Trip door Amazone	-	-	-	-	-
Dag 6	Manaus	Porto Velho	Reisdag	1.215	Boot	4d 12h	Stookolie	-
Dag 7	Manaus	Porto Velho	Reisdag	1.215	Boot	4d 12h	Stookolie	19,5
Dag 8	Manaus	Porto Velho	Reisdag	1.215	Boot	4d 12h	Stookolie	19,5
Dag 9	Manaus	Porto Velho	Reisdag	1.215	Boot	4d 12h	Stookolie	19,5
Dag 10	Porto Velho	-	Stad wandeling	-	-	-	-	-
Dag 11	Porto Velho	Cuzco	Reisdag	1.739	Bus	30h 14m	Diesel	51,45
Dag 12	Porto velho	Cuzco	Reisdag	1.739	Bus	30h 14m	Diesel	51,45
Dag 13	Cuzco	-	Machu Picchu	-	-	-	-	-
Dag 14	Cuzco	-	Rainbow Mountains	-	-	-	-	-
Dag 15	Cuzco	Nazca	Reisdag	622	Bus	14h 20m	Diesel	18,4
Dag 16	Nazca	-	Nazca lijnen	-	-	-	-	-
Dag 17	Nazca	Ica	Reisdag + Cahuachi-piramides	142	Bus	2h 7m	Diesel	4,2
Dag 18	Ica	Chincha	Reisdag + Stadswandeling	114	Bus	1h 53m	Diesel	3,37
Dag 19	Chincha	Lima	Reisdag	203	Bus	2h 30m	Diesel	6
Dag 20	Lima	-	Palomino Eilanden	-	-	-	-	-
Dag 21	Lima	-	Stadswaneling + Foodtour	-	-	-	-	-
Dag 22	Lima	Amsterdam	Reisdag	10.522	Vliegtuig	12h 28m	Kerosine	1.402,93
			Totaal	26.979	-	139h 27m	-	3.161,57

Verbruik brandstof Amsterdam → Rio de Janeiro → Manaus → Porto Velho:

$$\frac{9.571 \text{ km}}{7,5 \text{ km/L}} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ liter} \quad \frac{2.851 \text{ km}}{7,5 \text{ km/L}} = 3,8 \cdot 10^2 \text{ liter} \quad \frac{1.215 \text{ km}}{62,3 \text{ km/L}} = 19,5 \text{ liter}$$

Verbruik brandstof Porto Velho → Cuzco → Nazca → Ica:

$$\frac{1.739 \text{ km}}{33,8 \text{ km/L}} = 51,5 \text{ liter} \quad \frac{622 \text{ km}}{33,8 \text{ km/L}} = 18,4 \text{ liter} \quad \frac{142 \text{ km}}{33,8 \text{ km/L}} = 4,20 \text{ liter} \quad (1)$$

Verbruik brandstof Ica → Chinca → Lima → Amsterdam:

$$\frac{114 \text{ km}}{33,8 \text{ km/L}} = 3,37 \text{ liter} \quad \frac{203 \text{ km}}{33,8 \text{ km/L}} = 6,01 \text{ liter} \quad \frac{10.522 \text{ km}}{7,5 \text{ km/L}} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ liter}$$

III Hoeveelheden gebruikte brandstoffen

Verbruik diesel in liter & kilo:

$$\frac{2.820 \text{ km}}{33,8 \text{ km/L}} = 83,43195 \approx 83,4 \text{ liter} \quad 83,43195 \text{ L} \cdot 0,82 \text{ kg/L} = 68,414199 \approx 68 \text{ kilo} \quad (2)$$

Verbruik Stookolie in liter & kilo:

$$\frac{1.215 \text{ km}}{62,3 \text{ km/L}} = 19,5024 \approx 19,5 \text{ liter} \quad 19,5024 \text{ L} \cdot 0,95 \text{ kg/L} = 18,52728 \approx 19 \text{ kilo} \quad (3)$$

Verbruik Kerosine in liter & kilo:

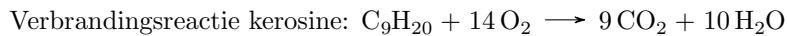
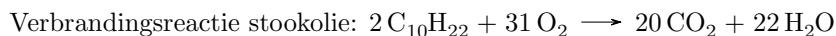
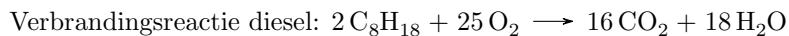
$$\frac{22.944 \text{ km}}{7,5 \text{ km/L}} = 3059,2 \approx 3,1 \cdot 10^3 \text{ liter} \quad 3059,2 \text{ L} \cdot 0,90 \text{ kg/L} = 2753,28 \approx 2,8 \cdot 10^3 \text{ kilo} \quad (4)$$

Tabel 2: Verbruik brandstof + gebruikte gegevens

	Afstand (km)	Volume (L)	Gewicht (kg)	Verbruik (km/L)	Dichtheid (kg/L)
Diesel	2.820	83,4	68	33,8	0,82
Stookolie	1.215	19,5	19	62,3	0,95
Kerosine	22.944	$3,1 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	7,5	0,90

IV Reactievergelijkingen

Wij gebruiken alleen bus, boot en vliegtuig. Dus gebruiken wij alleen diesel, stookolie en kerosine. Wij gaan in dit geval uit van een volledige verbranding.



V CO₂ productie gehele reis

CO₂ productie bij de verbranding van 68,414199 kilo diesel:

$$\begin{aligned}
 M(C_8H_{18}) &= 12,01 \cdot 8 + 1,008 \cdot 18 = 114,224 \text{ gram per mol} \\
 \frac{68,414199 \cdot 10^3 \text{ g}}{114,224 \text{ g mol}^{-1}} &= 598,947673 \text{ mol diesel} \\
 \text{Molverhouding} &= 2 : 16 = 1 : 8, \text{ dus } 598,947673 \text{ mol} \cdot 8 = 4.791,581384 \text{ mol CO}_2 \quad (5) \\
 M(CO_2) &= 12,01 + 16,00 \cdot 2 = 44,01 \text{ gram per mol} \\
 \frac{(4.791,581384 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g mol}^{-1})}{1000} &= 210,8775 \approx 2,1 \cdot 10^2 \text{ kg CO}_2 \text{ productie.}
 \end{aligned}$$

CO₂ productie bij de verbranding van 18,52728 kilo stookolie:

$$\begin{aligned}
 M(C_{10}H_{22}) &= 12,01 \cdot 10 + 1,008 \cdot 22 = 142,276 \text{ gram per mol} \\
 \frac{18,52728 \cdot 10^3 \text{ g}}{142,276 \text{ g mol}^{-1}} &= 130,2206978 \text{ mol stookolie} \\
 \text{Molverhouding} &= 2 : 20 = 1 : 10, \text{ dus } 130,2206978 \text{ mol} \cdot 10 = 1.302,206978 \text{ mol CO}_2 \quad (6) \\
 M(CO_2) &= 12,01 + 16,00 \cdot 2 = 44,01 \text{ gram per mol} \\
 \frac{(1.302,206978 \cdot 44,01 \text{ g mol}^{-1})}{1000} &= 57,3101291 \approx 59 \text{ kg CO}_2 \text{ productie.}
 \end{aligned}$$

CO₂ productie bij de verbranding van 2753,28 kilo kerosine:

$$\begin{aligned}
 M(C_9H_{20}) &= 12,01 \cdot 9 + 1,008 \cdot 20 = 128,25 \text{ gram per mol} \\
 \frac{2753,28 \cdot 10^3 \text{ g}}{128,25 \text{ g mol}^{-1}} &= 21.468,07018 \text{ mol kerosine} \\
 \text{Molverhouding} &= 1 : 9, \text{ dus } 21.468,07018 \text{ mol} \cdot 9 = 193.212,6316 \text{ mol CO}_2 \quad (7) \\
 M(CO_2) &= 12,01 + 16,00 \cdot 2 = 44,01 \text{ gram per mol} \\
 \frac{(193.212,6316 \cdot 44,01 \text{ g mol}^{-1})}{1000} &= 8503,2879 \approx 8,6 \cdot 10^3 \text{ kg CO}_2 \text{ productie.}
 \end{aligned}$$

Tabel 3: Productie CO₂

	Verbruik kg	Verbruik mol	mol CO ₂	kg CO ₂
Diesel	68	595,3214736	4.762,571789	$2,1 \cdot 10^3$
Stookolie	19	133,543254	1.335,43254	59
Kerosine	$2,8 \cdot 10^3$	21.832,35867	196.491,2281	$8,6 \cdot 10^3$
Totaal		202.589,232429	8771,475542 kg	

VI CO₂ productie per afgelegde kilometer

CO₂ productie per kilometer

$$\frac{10.759 \text{ kg}}{26.979 \text{ km}} = 0,39879 \text{ kg/km.} \quad \frac{(202.589, 232429 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol})}{26.979 \text{ km}} = 184 \text{ L/km.} \quad (8)$$

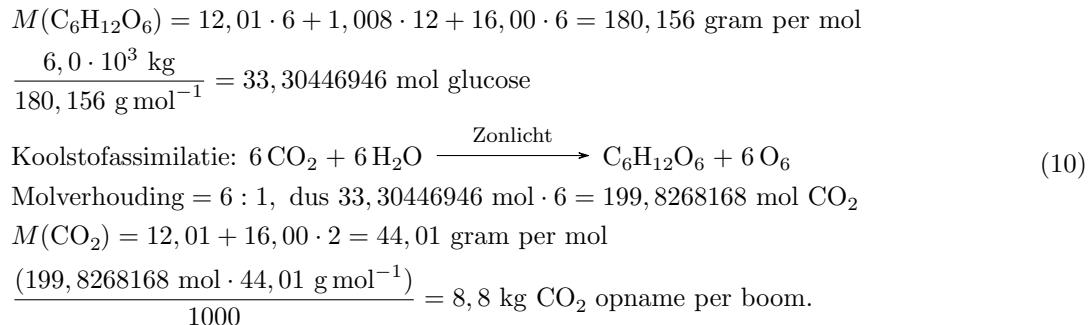
VII Hoeveel eikenbomen zijn nodig om de totale CO₂ productie op te vangen

Een eikenboom neemt alleen CO₂ op in het groeiende deel, aangezien dat het deel is wat energie nodig heeft, en dus glucose bevat. Om de vraag te beantwoorden hoeveel eikenbomen we moeten planten, kunnen we deze dus formuleren als: hoeveel cilinders moeten we hebben. Hierin is de cilinder gelijk aan het gegroeide stuk boom.

Gewicht glucose per eikenboom:

$$\begin{aligned} &\text{Dichtheid van eikenhout[2]: } 780 \text{ kg m}^{-3} \\ &\text{Formule inhoud cilinder: } r^2 \cdot \pi \cdot h \\ &\text{Groei} = 0,34 \text{ cm, Straal} = 85 \text{ cm dus.} \\ &\text{Inhoud boom: } 85^2 \text{ cm} \cdot \pi \cdot 0,34 \text{ cm} = 7717,322354 \text{ cm}^3 = 0,007717 \text{ m}^3 \\ &\text{Glucose per boom: } 0,007717 \text{ m}^3 \cdot 780 \text{ kg m}^{-3} = 6,0 \text{ m}^3 \text{ glucose.} \end{aligned} \quad (9)$$

CO₂ opname per boom 6,0 kg glucose:



Totaal aantal bomen die nodig zijn om 8.771,4 kg CO₂ op te nemen:

$$\frac{10759 \text{ kg}}{8,8 \text{ kg}} = 1223 \text{ bomen} \quad (11)$$

Het aantal bomen is omhoog afgerond, aangezien een kwart boom niet mogelijk is, maar wel nodig is voor de opname van alle CO₂.

VIII Folder

In deze folder gaan wij in op de keuzes van onze reis en de activiteiten per dag.

Keuzes omtrent reislocaties

Wij hebben om verschillende redenen gekozen om door Brazilië en Peru te reizen. De voornaamste punten zijn hieronder genoemd.

- Brazilië is het grootste en bekendste land in Zuid-Amerika. Een groot deel van de Amazone ligt in Brazilië en er zijn meerdere bekende plaatsten, waaronder Rio de Janeiro.
- Rio de Janeiro is één van de grootste en bekendste plaatsen van Brazilië. Het ligt aan de kust en is makkelijk te bereiken via het vliegtuig.
- Manaus is een van de grotere steden van Brazilië in het Amazone gebied. Vanuit Manaus kan je een trip door het Amazone gebied maken, maar ook te water verder reizen.
- Eenmaal in Peru, komen we aan in Cuzco. Cuzco bevat onder andere de befaamde Machu Picchu en de Rainbowmountains. In Cuzco zie je goed hoe de oude tradities en levensstijl samenkomen met de moderne toeristen.
- In Nazca kan je een vlucht over de Nazca lijnen nemen.
- Lima is de hoofdstad van Peru, waar je veel verschillende dingen kan doen. Het is een mooi eindpunt voor de reis.

Peru en Brazilië staan ook bekend om de Pyriet en Amethyst mijnen. Aangezien wij beide stenen liefhebbers zijn wilden we daar ook graag een kijkje nemen.

Keuzes omtrent milieu

Wij hebben er voor gekozen om tijdens onze reis alleen maar de bus in plaats van de auto te gebruiken. Dit hebben we gedaan omdat een bus veel meer dan 1 persoon vervoert. De gemiddelde uitstoot per passagier is dus veel lager. Dit geldt ook voor vliegen en voor onze reis met de boot.

We reizen ook een deel over water. Dit doen we omdat het verbruik van een boot per kilometer veel lager is dan van een bus. Ook zien we op deze manier meer van het Amazone regenwoud.

Verschil uitstoot tussen een bus (diesel) en een boot (stookolie), berekend met waarden uit tabel 2 en tabel 3.

$$\frac{210,8 \text{ kg}}{2820 \text{ km}} \approx 0,0748 \text{ kg/km} \quad \frac{57,2 \text{ kg}}{1215 \text{ km}} \approx 0,0471 \text{ kg/km} \quad (12)$$

Dag 2, Brazilië → Christus de Verlosser

Christus de Verlosser is een reusachtig beeld van Jezus Christus dat in het midden van Rio de Janeiro staat[3]. Het beeld is 38 meter hoog, weegt zo'n 1145 ton en de spanwijdte van hand tot hand is 28 meter[4].

Wij hebben er voor gekozen om hier heen te gaan omdat het een van de 7 wereldwonderen is en omdat het natuurlijk een prachtig uitzicht biedt.



Figuur 5: Christus de Verlosser

Dag 3, Brazilië → Suikerbrood berg

De Suikerbrood berg is een berghelling van een heuvel waarvan het hoogste punt 396 meter hoog is. Door middel van een kabelbaan, die 1400 meter lang is en tot 75 mensen per keer kan vervoeren, kan je de top bereiken. De heuvel ligt bij de baai van Guanabara in Rio de Janeiro.[5]

Wij hebben er voor gekozen om hier heen te gaan omdat het een van de bekendste toeristische attractie is en je krijgt een adembenemend uitzicht over de hele stad van Rio de Janeiro.



Figuur 6: Suikerbroodberg

Dag 5, Brazilië → Amazonegebied

Het Amazone-regenwoud is het grootste regenwoud ter wereld. Tijdens ons verblijf in Manaus maken we een dagtrip door de jungle. We zwemmen ook in de rivieren met rivierdolfijnen.[6]

Wij hebben er voor gekozen om hier heen te gaan omdat wij allebei geïnteresseerd zijn in de natuur. Ook zijn er erg veel plant- en diersoorten die wij nog nooit gezien hebben en het lijkt ons fantastisch om deze een keer te bewonderen.



Figuur 7: Amazone gebied

Dag 10, Brazilië → Stadswandeling Porto Velho

Porto Velho is de hoofdstad van de staat Rondônia en heeft ongeveer 550.000 inwoners. De stad was gesticht in 1907 door pioniers die het gebied destijds verkenden[7]. Het is een belangrijke handelsstad omdat er in dat gebied een cassiteriet mijn ligt. Deze speelt een belangrijke rol in de plaatselijke economie.

Wij hebben er voor gekozen om dit te gaan doen omdat we graag de mijn willen bezoeken en omdat het een stad is met een erg interessante geschiedenis, die goed is terug te zien in oude gebouwen en musea.



Figuur 8: Stad Porto Velho

Dag 13, Peru → Machu Picchu

Machu Picchu was een stad waarvan tegenwoordig alleen nog maar de ruïnes over zijn. De stad is oorspronkelijk gebouwd is door de Inca's. Het is de belangrijkste toeristische attracties van Peru, het stadje trekt namelijk ongeveer 850.000 bezoekers per jaar[8].

Wij hebben er voor gekozen om hier heen te gaan omdat wij veel interesse hebben voor de oudheid en Machu Picchu staat uiteraard op onze bucketlist. Figuur 9 laat de stad Cuzco zien. Machu Picchu is te zien op te titelpagina.



Figuur 9: Stad Cuzco

Dag 14, Peru → Rainbow Mountains

De Rainbow Mountains liggen in de Andes op een hoogte van 5200 meter. De felle kleuren zijn ontstaan door erosie van de buitenste laag van de berg, waardoor nu de binnenste lagen te zien zijn. Deze zorgen voor het opvallende fenomeen[9].

Wij hebben er voor gekozen om hier heen te gaan omdat de kleuren ons erg aanspreken, en omdat dit een mooie kans is om onze stenenverzameling uit te breiden. Het is ook een leuke ervaring omdat we vanuit Cuzco te paard naar dit gebied gaan.



Figuur 10: Rainbow mountains

Dag 16, Peru → Nazca Lijnen

De lijnen van Nazca zijn een soort tekeningen in het zand tussen de steden Nazca en Palpa. Er zijn vele lijnen en geometrische vormen die figuren van dieren moeten voorstellen. De figuren zijn zo lang bewaard gebleven, omdat het gebied erg droog is en er geen wind waait[10][11].

Wij hebben er voor gekozen om deze te gaan bekijken omdat het zeer bijzonder is om te zien.



Figuur 11: Nazca lijnen

Dag 17, Peru → Piramides bezoeken

In Ica gaan we naar de Cahuachi-piramides. Dit zijn volgens de lokale bevolking de belangrijkste bezienswaardigheden van het gebied. De piramides werden gebruikt als een soort kerk voor gelovigen en als begraafplaats[x].

Wij hebben er voor gekozen om hier heen te gaan omdat we meer te weten willen komen over de oude beschaving en over de Nazca lijnen en waarom die gemaakt zijn.



Figuur 12: Cahuachi-piramides

Dag 18, Peru → Stadswandeling Chincha

Chincha is een stad in de staat Ica. De stad telt ongeveer 56.000 inwoners en heeft een gebied van rond de 3000 km². Spanje koloniseerde het gebied rond 1600, wat duidelijk terug te zien is[12].

Wij hebben er voor gekozen om dit te gaan doen omdat wij aan de hand van de musea, de Spaanse cultuur in de stad willen verkennen. Dat lijkt ons erg bijzonder.



Figuur 13: Stad Chincha

Dag 20, Peru → Palomino-eilanden

De Palomino-eilanden liggen ongeveer 9 kilometer van de kust van Peru en zijn erg populair onder de toeristen. Er zijn vele dieren zoals zeeleeuwen en verschillende soorten vogels die er leven. Er staat ook een oude vuurtoren[13].

Wij hebben er voor gekozen om hier heen te gaan omdat het kenmerkend voor Lima is en zeelucht ons vast goed zal doen.



Figuur 14: Palomino eiland

Dag 21 deel 1, Peru → Stadswandeling

Lima is een erg opvallende en mooie stad, daarom beginnen wij bij aankomst met een wandeling door de stad. Lima is de hoofdstad van Peru en heeft ongeveer 10.000.000 inwoners. Lima bevat onder andere het plein Plaza San Martin. Het plein is vernoemd naar José de San Martin, een belangrijke generaal uit Argentinië[14].

We hebben er voor gekozen om dit te doen puur voor de ontspanning. We hebben elke dag wel iets gedaan en nu willen we even relaxen.



Figuur 15: Stad Lima

Dag 21 deel 2, Peru → Foodtour

De laatste dag van onze reis sluiten we af met een food tour door Barranco, door velen beschouwd als de kunstzinnigste wijk van Lima. In totaal bezoeken we 15 proeverijen van verschillende smaken, en neemt onze gids ons mee door de cultuur van de gerechten die we mogen proeven[15].

Wij hebben er voor gekozen om dit te gaan doen omdat we de afgelopen reis vooral bezig zijn geweest met geschiedenis en de natuur, maar nu zin hebben in iets anders. Zuid-Amerikaans eten is heel lekker, en nu krijgen we dat eten zelfs gemaakt door de lokale koks. We leren zo goed de verschillende Zuid-Amerikaanse eetculturen kennen.



Figuur 16: Food tour

IX Lijst van figuren

1	Hele reis, inclusief vliegroute	2
2	Reis op het land (Manaus → Lima)	2
3	Reis via boot (Manaus → Porto Velho)	2
4	Reis via bus (Porto Velho → Lima)	2
5	Christus de Verlosser	8
6	Suikerbroodberg	8
7	Amazone gebied	8
8	Stad Porto Velho	8
9	Stad Cuzco	9
10	Rainbow mountains	9
11	Nazca lijnen	9
12	Cahuachi-piramides	9
13	Stad Chincha	10
14	Palomino eilanden	10
15	Stad Lima	10
16	Food tour	10

X Lijst van tabellen

1	Reisschema	3
2	Verbruik brandstof + gebruikte gegevens	4
3	Productie CO ₂	5

XI Lijst van berekeningen

1	Verbruik brandstof per reisdeel	3
2	Verbruik diesel in liter en kilo	4
3	Verbruik stookolie in liter en kilo	4
4	Verbruik kerosine in liter en kilo	4
5	CO ₂ productie van diesel	5
6	CO ₂ productie van stookolie	5
7	CO ₂ productie van kerosine	5
8	CO ₂ productie per kilometer	6
9	Gewicht glucose per boom	6
10	CO ₂ opname per boom	6
11	Aantal bomen	6
12	Verschil CO ₂ uitstoot tussen bus en boot	7

Bronnen

1. Bron kaarten en route: <https://www.rome2rio.com/map/Rio-de-Janeiro/Lima>
2. Bron dichtheid eikenhout: Binas Tabel 10A
3. Bron Christus de Verlosser: <https://www.otis.com/nl/be/our-company/global-projects/project-showcase/christ-the-redeemer>
4. Bron Christus de Verlosser: https://nl.wikipedia.org/wiki/Christus_de_Verlosser
5. Bron Suikerbroodberg: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Suikerbroodberg>
6. Bron Amazone trip: https://www.getyourguide.nl/manaus-1917/van-manaus-eendaagse-amazon-jungle-ervaring-t298545/?ranking_uuid=f13f4f19-27cc-4add-a289-644e1e53e51b
7. Bron Porto Velho: https://en.wikipedia.org/wiki/Porto_Velho
8. Bron Machu Picchu: https://nl.wikipedia.org/wiki/Machu_Picchu
9. Bron Rainbow mountain: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Vinicunca>
10. Bron Nazca lijnen: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Nazcalijnen>
11. Bron Nazcalijnen: https://www.getyourguide.nl/nazca-12182/van-nazca-privetour-cahuachi-piramides-t249297/?ranking_uuid=0cf227af-f137-46cf-a279-7079d7e4f850
12. Bron Chincha Alta: https://en.wikipedia.org/wiki/Chincha_Alta
13. Bron Palomino eiland: [https://en.wikipedia.org/wiki/Palomino_Islands_\(Peru\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Palomino_Islands_(Peru))
14. Bron Lima: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Lima_\(stad\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Lima_(stad))
15. Bron Food tour: https://www.getyourguide.nl/lima-139/lima-barranco-ultieme-peruaanse-foodtour-t164478/?ranking_uuid=fcb0e9fc-9c93-4fd5-b6fd-4ca73d312d95