

**To:** Raymond Begina  
**From:** Rutger Eeftink, Léon van der Werf, Rafael Romero  
**CC:** Gamal Douglas  
**Date:** 25-06-2024  
**Ref. :** 24-0005-MEM-003 (Definitief)  
**Topic:** Hydrologisch advies Dawari

## Inleiding

OLB heeft ter tussenkomst van Awoki N.V. aan CEC opdracht gegeven voor het opstellen van een hydrologisch advies voor de nieuw te realiseren ontwikkelingsgebieden Dawari en Rincon Pariba op Bonaire. Beide projecten maken onderdeel uit van de zogenaamde woondeal voor Bonaire. Voorliggende notitie gaat in op het project Dawari.

De totale oppervlakte van het projectgebied bedraagt circa 71.000 m<sup>2</sup>. Het Openbaar Lichaam Bonaire (OLB) is voornemens om dit te ontwikkelen met betaalbare woningen. In het concept is opgenomen:

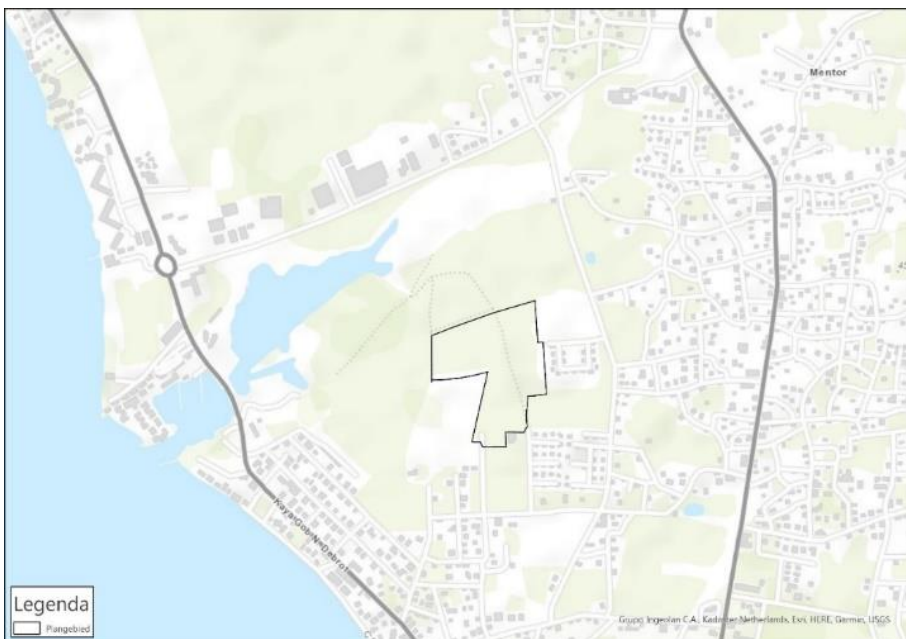
- 154 woningen (8 appartementengebouwen, 44 vrijstaande woningen en 16 twee-onder-een-kapwoningen);
- 3 speelgebieden;
- Diverse groenvoorzieningen;
- Eigen afvalwaterzuivering(en);
- Een wegennet (infrastructuur met wegen en bermen).



Afbeelding 1: Ontwikkelingsgebied Dawari

## Plangebied

Het plangebied Dawari ligt in Kralendijk, ten zuiden van de Saliña di Vlijt. Aan de oostkant grenst het gebied aan de Kaya Djabao. Aan de zuidkant van het plangebied ligt de nieuwe wijk Sur Salinja, zie afbeelding 3.



*Afbeelding 2: Ligging plangebied Dawari*

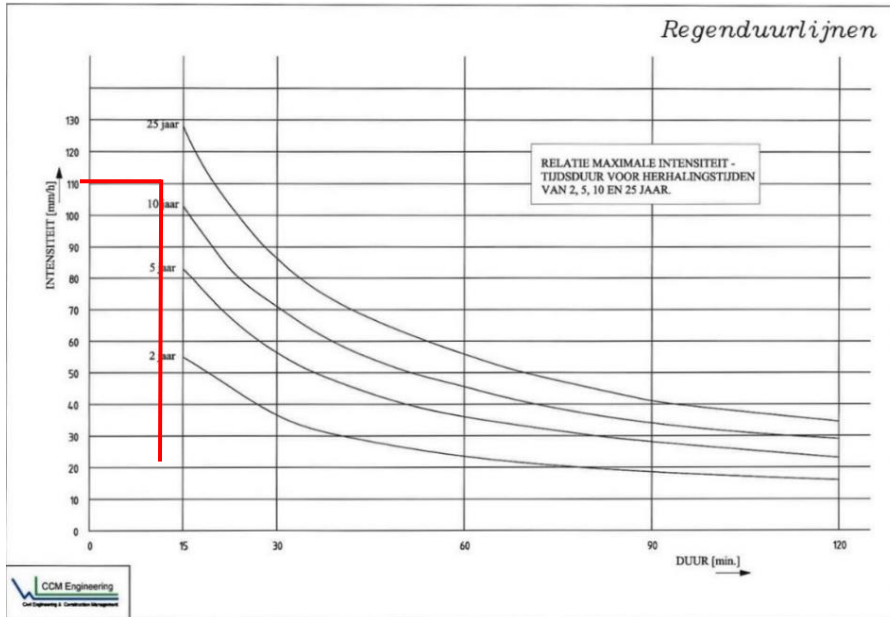


*Afbeelding 3: Wijk Sur Salinja aan zuidkant met uitzicht op Dawari*

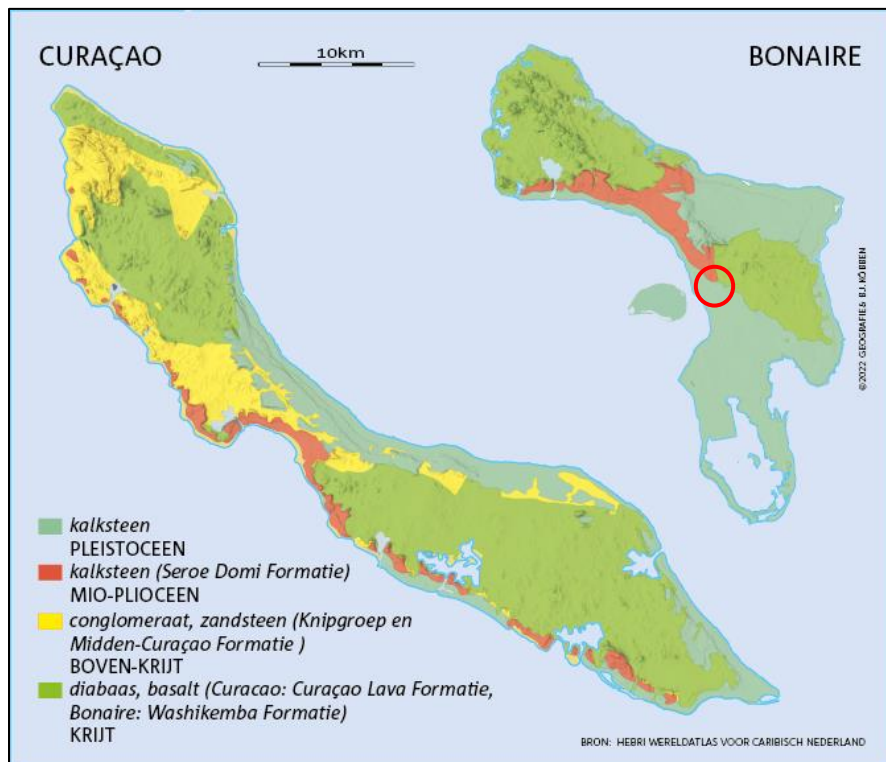
## Uitgangspunten

Voor het opstellen van het hydrologisch advies worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er wordt gerekend met een neerslagintensiteit van 45 mm in één uur voor de berging en 103 mm/uur in een kwartier voor de riolering. Deze neerslaggebeurtenissen hebben een herhalingsjijd van 10 jaar (zie regenduurlijnen afbeelding 4);
- Goten worden gedimensioneerd op 90 l/s/ha en hebben een afschot van minimaal 0,4% (1:250);
- De bodem bestaat uit kalksteen (klip);
- 100% van het verhard oppervlak in het gebied komt tot afvoer, er wordt geen rekening gehouden met de afstroming van hemelwater uit de omgeving;
- Hemelwater van de daken wordt door middel van dakgoten afgevoerd naar ondergrondse bassins op de kavel, waar het ingezamelde regenwater bruikbaar is voor de tuin en voor toiletspoeling e.d.. Het waterbassin krijgt een overloop op maaiveld naar de tuin zodat in geval van extreme neerslag het bassin kan overlopen naar maaiveld;
- Hemelwater van de openbare weg en de daken wordt door middel van goten afgevoerd naar een bovengrondse waterberging waar het kan infiltreren in de ondergrond. Het teveel aan hemelwater stort bij extreme neerslag over via een voorziening richting de Saliña di Vlijt aan de noordkant. Daar ligt een nog te ontwikkelen terrein van Harbour Village, waar ook rooien moeten worden aangelegd voor afvoer van hemelwater richting de Saliña;
- Het vloerpeil van de gebouwen komt minimaal 0,20 m boven de kavelpeilen te liggen;
- Afvalwater binnen het plangebied wordt ingezameld door middel van een lokaal vuilwaterriool afgevoerd naar een te bouwen lokale rioolwaterzuivering(en);
- De toekomstige maaiveldhoogten sluiten voor zover dit mogelijk is zoveel mogelijk aan op de bestaande maaiveldhoogten.
- Greppels hebben een talud 1:1, diepte 0,50 m, een minimaal afschot van 1:1.000 en een bodembreedte van 0,50 tot 2,00 m.



Afbeelding 4: Regenduurlijnen Curaçao



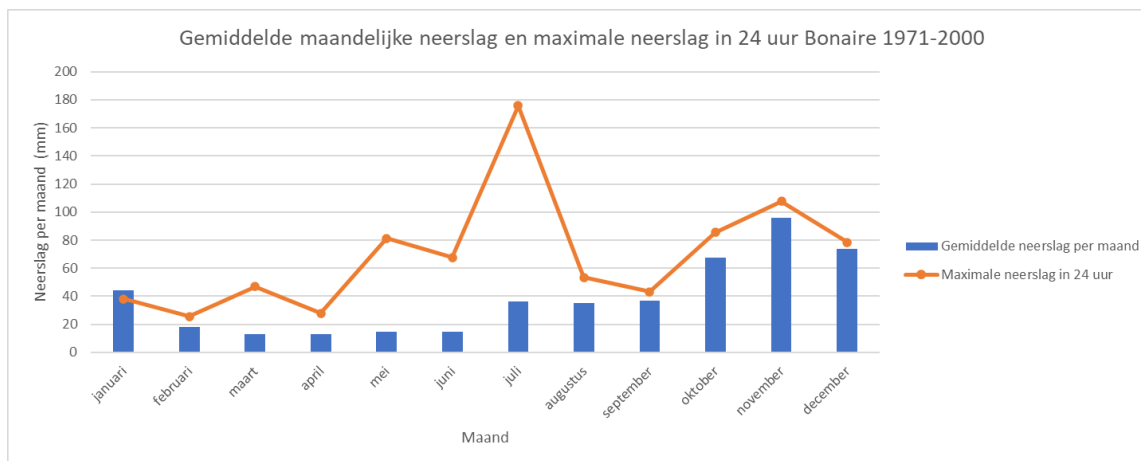
Afbeelding 5: Geologie ondergrond



## Klimaat

Bonaire heeft een tropisch savanneklimaat (type Aw volgens Köppen-Geigerclassificatie). De klimaatstatistieken zijn als volgt:

- De gemiddelde maximumtemperatuur ligt tussen de 30 en 32 graden Celsius;
- De gemiddelde minimumtemperatuur ligt tussen de 24 en 27 graden Celsius;
- Op jaarbasis valt er ongeveer 350 tot 450 millimeter neerslag (altijd in de vorm van regen);
- Het jaarlijkse aantal uren zonneschijn bedraagt ongeveer 2.800 tot 3.000 uur;
- De zeewatertemperatuur ligt tussen de 25 en 28 graden Celsius;
- De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid bedraagt 75,9%;
- Op jaarbasis komen er ongeveer 65 dagen voor waarin er tenminste 0,1 mm neerslag valt.



Afbeelding 6: Gemiddelde maandelijkse neerslag en maximale neerslag in 24 uur Bonaire 1971-2000 (bron: MDC)

## Verhard oppervlak

In afbeelding 7 en tabel 1 is het verhard oppervlak in het plangebied weergegeven. In het plangebied is er sprake van 17.726 m<sup>2</sup> verhard oppervlak welke tot afvoer komt (dus exclusief daken). Halfverhardingen worden voor 50% meegerekend.

Type oppervlak	Oppervlak (m <sup>2</sup> )	Afvoerend oppervlak (m <sup>2</sup> )
Open verharding	11.721	11.721
Particuliere terreinverharding	4.316	4.316
Halfverharding	1.688	844
<b>Totaal</b>	<b>17.726</b>	<b>16.881</b>

Tabel 1: Verhard oppervlak plangebied



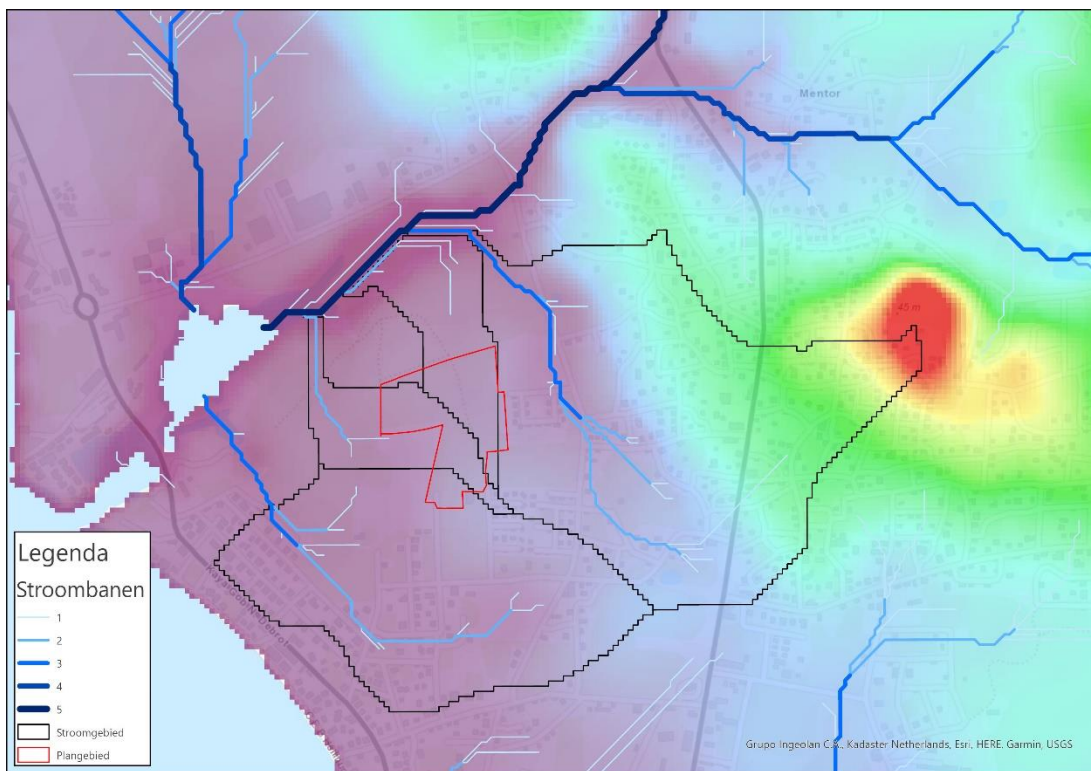
Afbeelding 7: Verhard oppervlak plangebied

## Hoogteligging en stroombanen

In afbeelding 8 zijn de stroombanen en stroomgebieden in de omgeving van het plangebied weergegeven. De stroombanen zijn berekend op basis van een Digital Terrein Model (DTM) afgeleid van het WorldDEM van Airbus.

Door het plangebied lopen geen stroombanen van buiten het plangebied. Het plangebied voert in de bestaande situatie af naar de noord- en westkant. Langs de Kaya Djabao ligt een bestaande rooi die afwatert naar de Saliña di Vlijt. Aan de noordzijde ligt een nog te ontwikkelen gebied van Harbour Village. Door in overleg te gaan met Harbour Village kan de afvoer via rooien plaatsvinden

naar de noordkant waar ook het hemelwater van het toekomstig te ontwikkelen gebied op kan afvoeren, richting de Saliña di Vlijt. Een tweede optie is om een nieuwe rooi te maken die aansluit op de bestaande rooi langs de Kaya Djabao.



*Afbeelding 8: Stroombanen omgeving plangebied (plangebied in zwart)*

## Afvoer hemelwater

Voorgesteld wordt om de vloerpeilen van de woningen minimaal 0,20 m hoger te leggen dan de kavels.

In afbeelding 9 is de voorgenomen afvoer van hemelwater weergegeven. Hemelwater afkomstig van de daken voert via dakgoten af richting een waterbassin op de kavel, met een overloop naar de tuin of het openbaar terrein. Het hemelwater van het openbaar gebied stroomt via goten in de wegen af naar de centrale tuinen. Hier ligt een laag gelegen opvangplek met op het diepste punt een geboorde put in het onderliggende gesteente. De goten stromen af naar de infiltratiestroken. De infiltratiestroken worden voorzien van een lage grond dam op de erf grens. Bij extreme neerslag, wanneer de infiltratiestroken geheel gevuld raken, kunnen deze overstromen en afvoeren via de stroombanen richting de Saliña di Vlijt. In het plan van Harbour Village dient rekening gehouden te worden met deze stroombanen. Een alternatief is om een nieuwe rooi te leggen richting de bestaande rooi langs de Kaya Djabao.

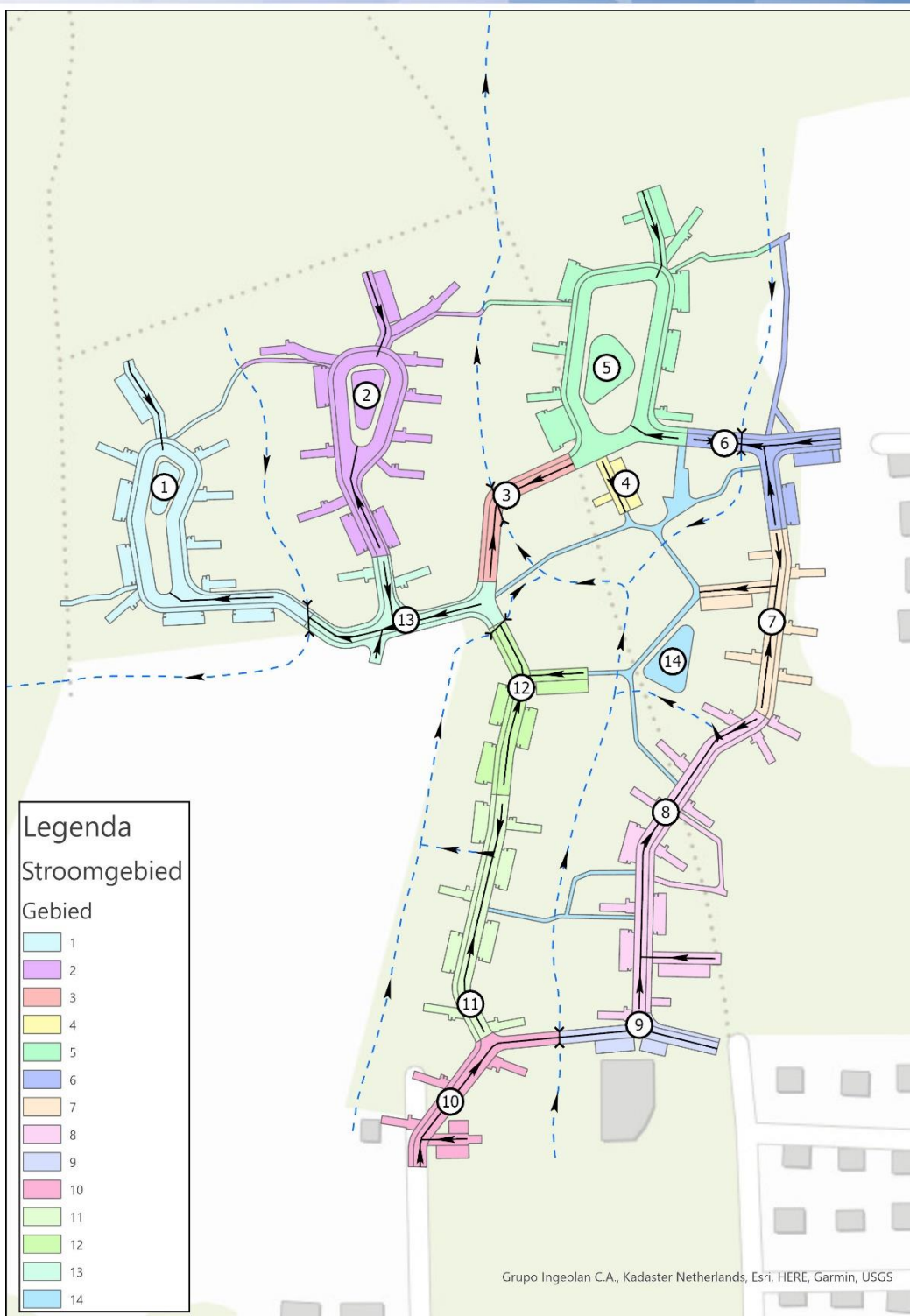
Bij kleine buien infiltreert het regenwater in de ondergrond. Eventuele vervuiling kan bezinken in de infiltratiestroken. Aandachtspunt is dat het bezonken sediment periodiek wordt verwijderd en per as wordt afgevoerd.

In afbeelding 10 is aangegeven welke gebieden en verharde oppervlakken afvoeren naar welk punt en op welke manier de hoogteligging van de wegen moet worden aangebracht om het regenwater de goede kant op te laten stromen. Tabel 2 geeft de verharde oppervlakken per stroomgebied.



Afbeelding 9: Afvoer hemelwater met voorkeur stroomrichting





Afbeelding 10: Stroomgebieden en gewenste stroomrichtingen hemelwater, optie 1

Stroomgebied	Open verharding	Particuliere terreinverharding	Halfverharding	Totaal
1	1718	615	144	2477
2	1369	800	209	2378
3	457	0	0	457
4	203	22	0	225
5	1770	671	337	2778
6	839	165	0	1005
7	725	210	0	936
8	1273	696	0	1969
9	385	125	0	509
10	745	147	0	892
11	678	523	0	1201
12	678	244	0	922
13	882	98	0	981
14	0	0	997	997
<b>Totaal</b>	<b>11721</b>	<b>4316</b>	<b>1688</b>	<b>17726</b>

*Tabel 2: Verhard oppervlak per stroomgebied (m<sup>2</sup>)*

Om een goed hoogteplan op te kunnen stellen zijn gedetailleerde hoogtemetingen van het terrein en de omgeving nodig. In deze fase ontbraken deze hoogtemetingen nog. Geadviseerd wordt om in een vervolgfase deze metingen wel uit te laten voeren.

### Afvoer afvalwater

Uitgaande van 154 woningen en gemiddeld 4 inwoners per woning en een afvalwaterproductie van 15 l/inwoner/uur kan gerekend worden op een afvalwaterstroom van 9,24 m<sup>3</sup>/uur (2,6 l/s).

Geadviseerd wordt om minimaal een PVC Ø 200 mm aan te leggen om het afvalwater in te zamelen en te transporteren naar een te realiseren lokale afvalwaterzuivering.

### Samenvatting en conclusies

Het ontwikkelen van het plangebied in Dawari is mogelijk, er zijn geen onoverkomelijk heden welke deze ontwikkeling belemmeren. Wel zijn er voor het ontwikkelingsgebied Dawari een aantal aandachtspunten. Het plangebied is relatief vlak (incl. de omgeving) en is omringd door bestaande ontwikkelingen en geplande ontwikkelingen.

Het ontwerp van het gebied heeft als doel om hemelwater op te vangen. Bij extreme buien kan een klein deel van het hemelwater worden geïnfiltreerd, het overig deel kan worden opgevangen middels infiltratiestroken die eventueel overstorten. Uiteindelijk watert het gebied af richting de Saliña di Vlijt, echter dient er rekening te worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen in de omgeving.

Er zijn oplossingsrichtingen opgenomen in de bijlage voor het afvoeren van het hemelwater, deze zijn:

- Afvoeren via een rooi richting Saliña di Vlijt, het wordt geadviseerd dit af te stemmen met de ontwikkelaar/eigenaar van dit gebied;
- Afwateren richting de bestaande rooi langs de Kaya Djabao. Hiertoe dient dan langs de Kaya Dawari een nieuwe rooi te worden gegraven over een afstand van circa 180 m.

Voor het opstellen van het definitief afwateringsadvies van Dawari is aanvullende informatie nodig voor wat betreft de hoogteligging van het gebied (inclusief hoogtes berm Kaya Dawari en bestaande rooi Kaya Djabao). Deze info zal niet leiden tot andere inzichten, maar is wel vereist om het afwateringsconcept technisch nader uit te werken.

## BIJLAGE I: Schets oplossingen afvoer regenwater

