

INGENIARITZA ZIBILEKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***KLIMA ALDAKETAREN AURREAN EURI-UR
SAREAREN ERANTZUNA HOBETZEKO HIRI-
DRAINATZE SISTEMA JASANGARRIEN
AZTERLANA LEIOAKO CAMPUSEAN
(UPV/EHU).***

II. ERANSKINA- AZTERKETA GEOLOGIKOA

Ikaslea: Landeta Mugica, Leire

Zuzendaria: Madrazo Uribeetxebarria, Eneko

Ikasturtea: 2020-2021

Data: Bilbon, 2021eko ekainaren 25ean

AURKIBIDEA

1. Sarrera	2
2. Inguruko azterketa geoteknikoetako ondorioak	2
3. Infiltrazio gaitasunaren azterketa	3
4. Bibliografia	13

1. SARRERA

Geologia eta morfologiaren inguruko datu orokorrak Leioako Campuseko eremuan aurretik egin diren proiektu eta azterketa geoteknikoetan idatzitako eranskinetatik lortu dira. Informazio hau leku zehatzetan egindako azterketa bati dagokion arren, Gradu Amaierako Lan honetan informazioak eta ondorioak orokortu egin dira Campus osoan zehar.

Eskuratutako eranskinak eta aurretik egindako proiektuen informazioa Proiektu, Lan eta Instalazioetako teknikariarekin harremanetan jarrita lortu dira, Arkitektura eta Lanen Zerbitzua EHU/UPV-n. Aurretik azterketa geoteknikoa egin duten enpresen artean IDOM eta EPTISA daude, inguruan egin izan diren aurretiazko proiektu eta eraikuntza obrak direla eta. Erabilitako bi txostenak hauek dira:

- “Estudio Geotécnico. Proyecto de Ejecución de edificio denominado PLATAFORMA TECNOLÓGICA 1 en Parque Científico de la Universidad del País Vasco Campus de Bizkaia, área de Leioa-Erandio.”
- “Estudio geológico-geotécnico de un aparcamiento en el Campus de Leioa de la UPV/EHU (Bizkaia).”

2. INGURUKO AZTERKETA GEOTEKNIKOEN ONDORIOAK

Leioa Bizkaiko Sinklinorioaren hegoaldeko isurialdean dago eta hegoekialde-iparmendebalde orientazioa du. Goi-tertzarioko Kretazeoko terminoek dago osatuta eremua, eta sedimentu potentzia handia du (tupak eta tupadun kareharriak gehien bat).

Aztertu beharreko eremua geologikoki Kantauriko Euskal Arroaren barruan dago (Cuenca Vasco Cantábrica, CVC). Inguruko materiala Goi Tertzarioko garaikoa da eta Gernikako sektoreko Fazietakoak dira (Oizeko Unitatea). Materialen multzoa itsas depositu gisa uler daiteke, sedimentu kontinentalen eta karbonatatuaren ekarpenek sortua; azken hauek garai hartan zeuden plataforma karbonatatu ugarietatik. Materialen denbora bilakaerak arroaren hondoratze erlatibo bat egon dela adierazten du, edo itsas-mailaren igoera bat, hareharri karedunak izatetik tupak eta tupadun kareharriak izatera igaroz.

Lurraren materialei dagokionez, aipatzekoa den litologia hurrengoa da: hareharri karedunak eta tupak txandakatuta (flysch detritiko hareatsua) eta tupak eta tupadun kareharri grisak. Gainazaleko formazioari dagokionez, berriz, betelan antropogenikoak (giza jarduerak sortutako material multzoa, granularra kasu honetan) eta lur begetala nabarmendu daitezke. Lurrazaletik 0,8 metrora aurki daitezke betelanak eta 1,50 metrora geldikin-zorua. Honen azpian aurkitzen da goian aipatutako arroka. Sakonera handiegia eta gogorregia ez denez hondeaketa mekanikoki egiteko aukera dago, makinaria eta tresneria egokia erabiliz: hondeamakinak, arrokkak hausteko mailuak, etab.

IDOM eraikuntza enpresak Leioako Campusean aparkaleku bat eraikitzeko aurretiaz egindako azterketa geologiko-geoteknikotik hartutako datuen arabera, ez dago maila freatikoen arrastorik; metatuta geratu den edo gainazaletik infiltratu den ura da topatu den bakarra.

Beraz, ondorioztatu da ez dagoela maila freatikorik aztertutako partzela eremuan. Kontuan hartuta Leioako Campusa mendialdeko eremu altuan dagoela, Gradu Amaierako Lan hau aurrera eramateko ondorioztatu da ez dagoela maila freatikoaren arrastorik Campus osoan, eta, beraz, erabat baztertu egin da.

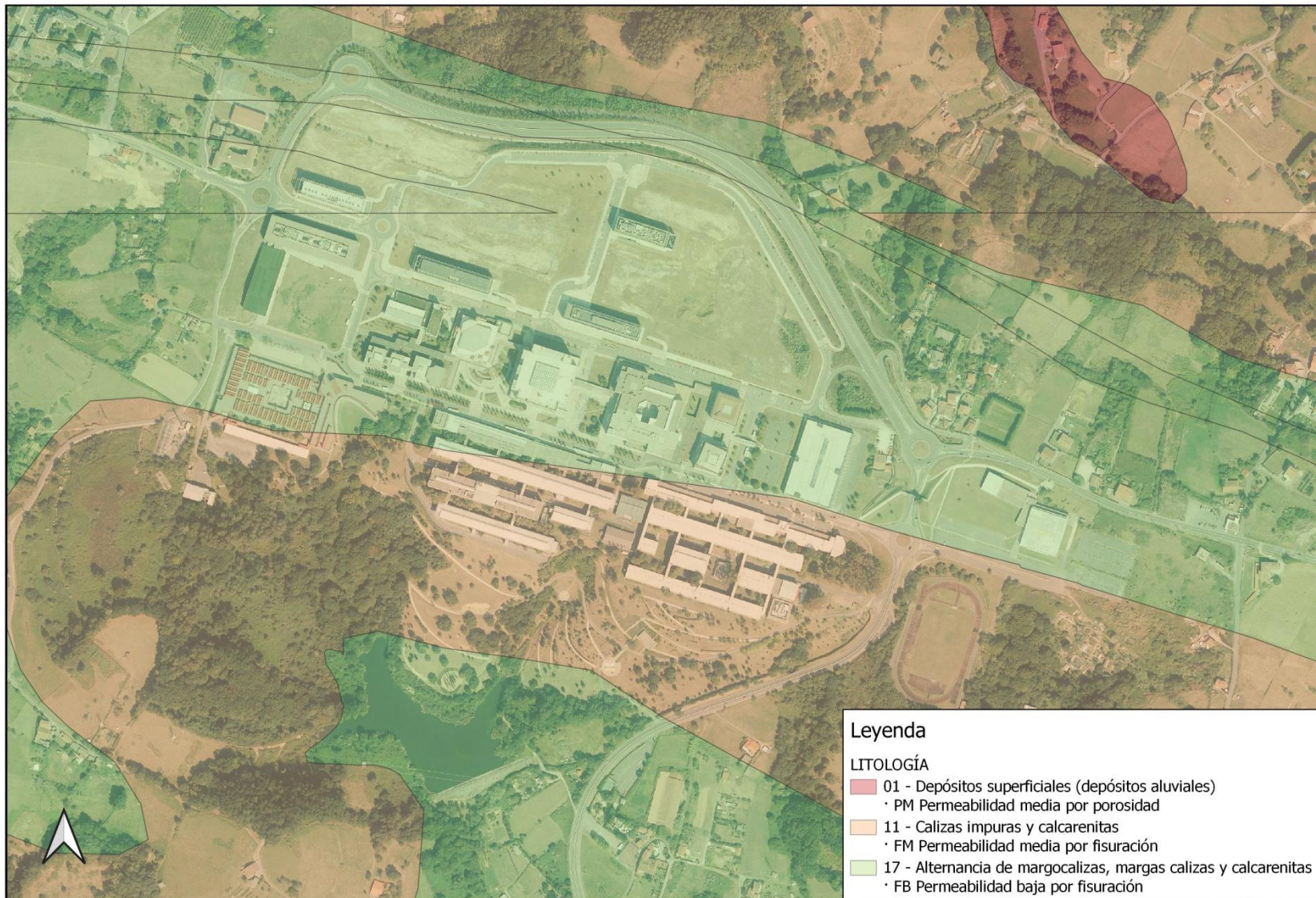
3. INFILTRAZIO GAITASUNAREN AZTERKETA

Oinarri teorikoetan azaldu bezala, SWMMeko programan modeloa garatu ahal izateko infiltrazio gaitasunari erreparatu zaio. Leioako Campuseko kurba zenbakia beharrezkoa da modeloa osatzeko eta arro bakoitzaren informazioa guztiz definitua izateko. Horretarako SWMM-eko manuala eta irizpideak jarraitu dira.

Lehenik eta behin iragazkortasun koefizientea lortu behar izan da, lurzoruaren ehunduraren arabera. Lurzoruaren sailkapena egiteko, QGIS softwarea erabili da. Geografia Informazioko Sistemen erabilpenak ugariak dira gaur egun, baina teknologia honen helburua erreferentzia geografikoa duen informazioa digitalizatzea, datu baseetan gordetzea eta antolatzea, analisi geografikoak egotea eta emaitzak mapen bidez irudikatzea da. GeoEuskaditik, Euskadiko Datu Espazialen Azpiegituraren erreferentziazko geoataria, Leioako Campuseko eremuko lurzoruko informazioa lortu da, zehazki ehundurarena (buztina, lohia eta hareak). Informazio bakoitza Campus osoan zehar antolatuz eta irudikatuz ondorio honetara heldu da:

- Buztinaren portzentaia (clay): 30-40%
- Lohiaren portzentaia (silt): 30-40%
- Harearen portzentaia (sand): 20-40%

Hurrengo hiru irudietan garatutako planoak aurki daitezke. Plano bakoitzaren legendetan ikus daitekeenez, ehundura mota bakoitzaren portzentaiari kolore bat dagokio eta horren arabera daude antolatuta planoak. Beraz, kolore eta legendak aztertuz heldu da goiko datu eta balioak ondorioztatzera.



Leyenda

LITOLOGÍA

- 01 - Depósitos superficiales (depósitos aluviales)
 - PM Permeabilidad media por porosidad
- 11 - Calizas impuras y calcarenitas
 - FM Permeabilidad media por fisuración
- 17 - Alternancia de margocalizas, margas calizas y calcarenitas
 - FB Permeabilidad baja por fisuración

E= 1:5000

Data: Ekaina 2021

Plano zenbakia: 5.1

Leioako Campuseko infiltrazio gaitasuna

Leire Landeta Mugica

UPV/EHU - Bilboko Ingeniaritza Eskola
Ingeniaritza Zibileko Gradua

Gratu Amaierako Lana:
Klima aldaketaren aurrean euri-ur sarearen
erantzuna hobetzeko hiri-drainatze sistema
jasangarrien azterlana Leioako Campusean
(EHU/UPV)

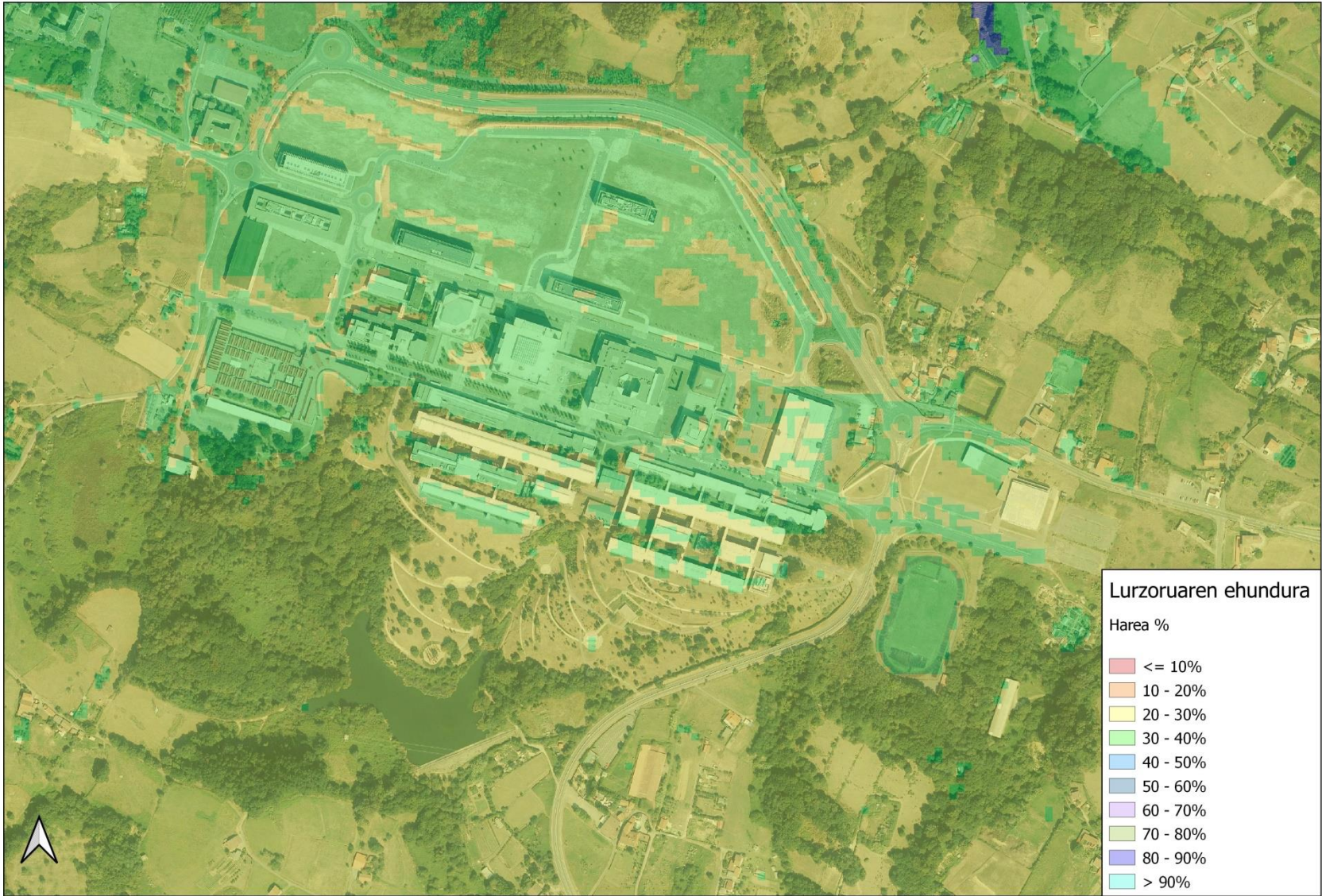




Lurzoruaren ehundura

Buztina %

- <= 10%
- 10 - 20%
- 20 - 30%
- 30 - 40%
- 40 - 50%
- 50 - 60%
- 60 - 70%
- 70 - 80%
- 80 - 90%
- > 90%



<p>E= 1:5000 Data: Ekaina 2021</p>	<p>Plano zenbakia: 5.3 Leioako Campuseko infiltrazio gaitasuna</p>	<p>Leire Landeta Mugica UPV/EHU - Bilboko Ingeniaritza Eskola Ingeniaritza Zibileko Gradua</p>	<p>Gradu Amaierako Lana: Klima aldaketaren aurrean euri-ur sarearen erantzuna hobetzeko hiri-drainatze sistema jasangarrien azterlana Leioako Campusean (EHU/UPV)</p>	
--	--	--	---	---



E= 1:5000

Data: Ekaina 2021

Plano zenbakia: 5.4

Leioako Campuseko infiltrazio gaitasuna

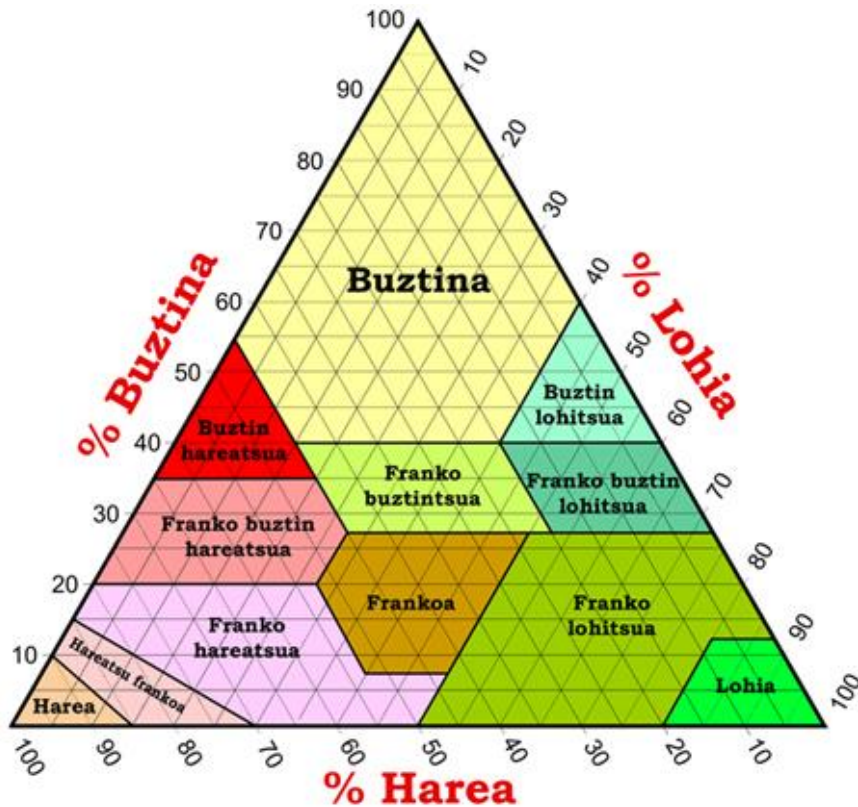
Leire Landeta Mugica

UPV/EHU - Bilboko Ingeniaritza Eskola
Ingeniaritza Zibileko Gradua

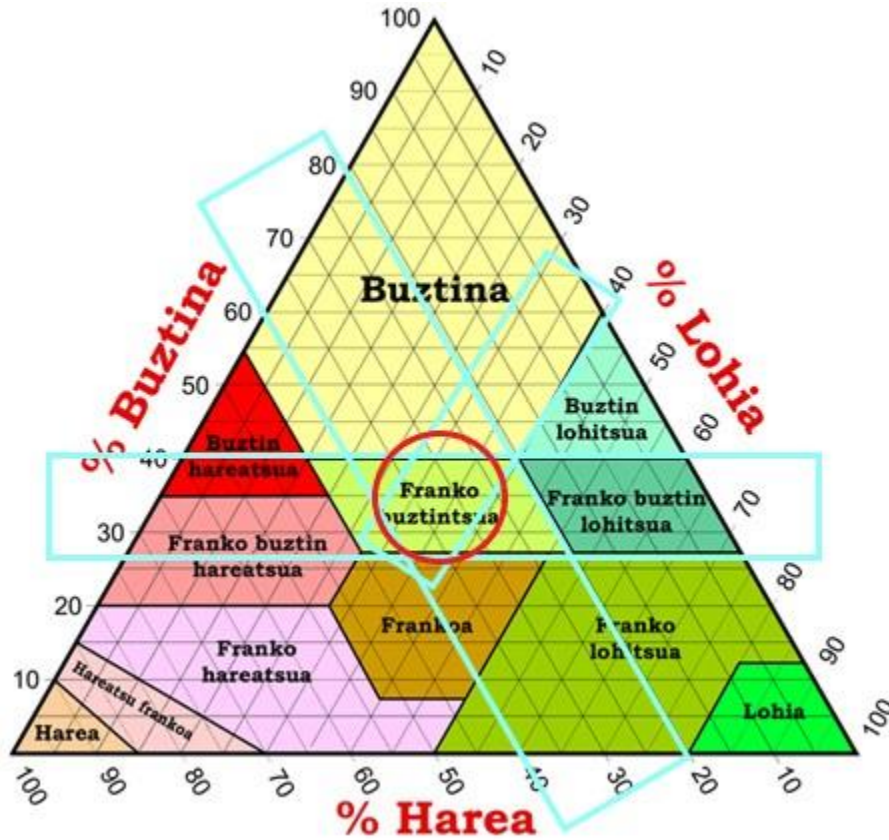
Gradu Amaierako Lana:
Klima aldaketaren aurrean euri-ur sarearen
erantzuna hobetzeko hiri-drainatze sistema
jasangarrien azterlana Leioako Campusean
(EHU/UPV)



USDA-k (Ameriketako Estatu batuetako Nekazaritza Saila) zehaztutako lurzorua ehundura antolaketan oinarrituz, ondorioztatutako portzentaieatik lurzorua ehundura eta nomenklatura zehatzago lortu da. Lehenik eta behin harearen portzentaia tarte egokian (%20-40) ezkererantz eta gorantz doan lerroa jarraitu da. Ostean, dagokion buztin portzentaje tarte egokitik abiatuta (%30-40), horizontalki eskumara doan lerroa jarraitu da, aurretik irudikatutako lerroarekin topo egin arte. Amaitzeko, egiaztatu beharra dago dagokion puntutik eskumarantz eta gorantz doan lerroak bat egiten duen aurretik zehaztuta dagoen lohi portzentaje tartearekin (%30-40). Prozedura jarraituta, ondorioztatu da Leioako Campuseko eremuko lurzoru ehundura mota franko buztintsua dela (clay loam, ingelesez).



Irudia 1: Ehunduraren hirukia. Iturria: Lurzorua, lurra azala



Irudia 2: Ehunduraren hirukia azalpenekin. Iturria: Lurzorua, lurrazaren azala

Ehundura mota ezaguna izanik, SWMM-eko gidari erreparatu zaio. A eranskineko A.2 atalean (Soil Characteristics) ikus daiteke franko buztintsuari dagokion iragazkortasun koefizientea 0,04 da. Kontuan hartu beharra dago, proiektuan kontuan hartu beharreko balioak unitate aldaketa behar duela, mm/h-tan hain zuzen.

$$K = 0,04 \text{ in/hr} = 1 \text{ mm/h}$$

A.2 Soil Characteristics

Soil Texture Class	K	Ψ	φ	FC	WP
Sand	4.74	1.93	0.437	0.062	0.024
Loamy Sand	1.18	2.40	0.437	0.105	0.047
Sandy Loam	0.43	4.33	0.453	0.190	0.085
Loam	0.13	3.50	0.463	0.232	0.116
Silt Loam	0.26	6.69	0.501	0.284	0.135
Sandy Clay Loam	0.06	8.66	0.398	0.244	0.136
Clay Loam	0.04	8.27	0.464	0.310	0.187
Silty Clay Loam	0.04	10.63	0.471	0.342	0.210
Sandy Clay	0.02	9.45	0.430	0.321	0.221
Silty Clay	0.02	11.42	0.479	0.371	0.251
Clay	0.01	12.60	0.475	0.378	0.265

K = saturated hydraulic conductivity, in/hr

Ψ = suction head, in.

φ = porosity, fraction

FC = field capacity, fraction

WP = wilting point, fraction

Source: Rawls, W.J. et al., (1983). *J. Hyd. Engr.*, 109:1316.

Note: The following relation between Ψ and K can be derived from this table:

$$\Psi = 3.23 K^{-0.328} \quad (R^2 = 0.9)$$

Irudia 3: Iragazkortasun koefizientea. Iturria: SWMM manuala

Koefizientea ezaguna izanik, lurzorua taldea zein den jakin ahal izan da, A.3 atalean (NCRS Hydrologic Soil Group Definitions). Kasu honetan, lortutako koefizientea 0,06 in/hr baino txikiagoa denez ondorioztatu da aztertzen dagoen eremuaren taldea D dela. D lurzoru taldea potentzial altuko lurra da. Uraren mugimendua mugatua edo oso mugatua da; buztina %40 baino gehiago du, harea %50 baino gutxiago eta ehundura buztintsukoa da. Hartutako irizpideak, beraz, oro har bat datoz gidak zehaztutako taldearen definizioarekin.

A.3 NRCS Hydrologic Soil Group Definitions

Group	Meaning	Saturated Hydraulic Conductivity (in/hr)
A	Low runoff potential. Water is transmitted freely through the soil. Group A soils typically have less than 10 percent clay and more than 90 percent sand or gravel and have gravel or sand textures.	> 1.42
B	Moderately low runoff potential. Water transmission through the soil is unimpeded. Group B soils typically have between 10 percent and 20 percent clay and 50 percent to 90 percent sand and have loamy sand or sandy loam textures.	0.57 – 1.42
C	Moderately high runoff potential. Water transmission through the soil is somewhat restricted. Group C soils typically have between 20 percent and 40 percent clay and less than 50 percent sand and have loam, silt loam, sandy clay loam, clay loam, and silty clay loam textures.	0.06 - 0.57
D	High runoff potential. Water movement through the soil is restricted or very restricted. Group D soils typically have greater than 40 percent clay, less than 50 percent sand, and have clayey textures.	< 0.06

Source: Hydrology National Engineering Handbook, Chapter 7, Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture, January 2009.

Irudia 4: Lurzoru taldea. Iturria: SWMM manuala

Infiltrazio gaitasunaren azterketarekin amaitzeko, kurba zenbakiaren balioa edo balioak zehaztea falta da, eremuaren ezaugarriak aldakorrek diren arabera. Leioako Campusean bi erabilpen nagusi hartu dira aintzat modeloa aurrera eramateko: eremu zabalak (egoera onean zein txarrean) eta baso-lurra (dentsitate txikikoa edo baso-estalki eskasekoa). Beraz, erabiliko diren hiru balioak hauek dira:

- Egoera oneko eremu zabalak (berdeguneak %75tik gora): CN = 80
- Egoera txarreko eremu zabalak (berdeguneak %50-75 bitartean): CN = 84
- Dentsitate txikiko baso-lurrak: CN = 83

Leioako Campuseko azpiarro bakoitzak dagokion kurba zenbakia izango du, zonalde eta inguruaren arabera. Arro bakoitzaren izendapena bat dator I. eranskinean azaltzen den 6. planoarekin. Bnaketa honako hau da:

Taula 1: Azpiarroen kurba zenbakiak

Egoera oneko eremu zabalak CN = 80	Egoera txarreko eremu zabalak CN = 84	Dentsitate txikiko baso-lurrak CN = 83
1, 23, 29, 31, 38, 42, 44, 61, 62, 64, 68, 72, 76, 77, S80	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 57, 58, 59, 60, 63, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, S78, S79	11, 53, 55, 56

A.4 SCS Curve Numbers¹

Land Use Description	Hydrologic Soil Group			
	A	B	C	D
Cultivated land				
Without conservation treatment	72	81	88	91
With conservation treatment	62	71	78	81
Pasture or range land				
Poor condition	68	79	86	89
Good condition	39	61	74	80
Meadow				
Good condition	30	58	71	78
Wood or forest land				
Thin stand, poor cover, no mulch	45	66	77	83
Good cover ²	25	55	70	77
Open spaces, lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.				
Good condition: grass cover on 75% or more of the area	39	61	74	80
Fair condition: grass cover on 50-75% of the area	49	69	79	84
Commercial and business areas (85% impervious)	89	92	94	95
Industrial districts (72% impervious)	81	88	91	93
Residential ³				
Average lot size (% Impervious ⁴)				
1/8 ac or less (65)	77	85	90	92
1/4 ac (38)	61	75	83	87
1/3 ac (30)	57	72	81	86
1/2 ac (25)	54	70	80	85
1 ac (20)	51	68	79	84
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. ⁵	98	98	98	98
Streets and roads				
Paved with curbs and storm sewers ⁶	98	98	98	98
Gravel	76	85	89	91
Dirt	72	82	87	89

Source: SCS *Urban Hydrology for Small Watersheds*, 2nd Ed., (TR-55), June 1986.

Irudia 5: Kurba zenbakia. Iturria: SWMM manuala

4. BIBLIOGRAFIA

Agency, E. U. (2015). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1*. Cincinnati: Office of Research and Development.

EPTISA. (2012). Estudio Geotécnico. Proyecto de Ejecución de edificio denominado PLATAFORMA TECNOLÓGICA 1 en Parque Científico de la Universidad del País Vasco Campus de Bizkaia, área de Leioa-Erandio. Leioa.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s.f.). Obtenido de Textura del suelo: http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

GeoEuskadi. (d.g.). GeoEuskadi: <https://www.geo.euskadi.eus/zer-da-geoEuskadi/s69-geocont/eu/helbidetik-eskuratua>

IDOM. (2012). Estudio geológico-geotécnico de un aparcamiento en el Campus de Leioa de la UPV/EHU (Bizkaia). Leioa.