

OFERTA TEHNICĂ

Servicii de scanare aeriană LiDAR, fotogrammetrie și modelare GIS
pentru managementul apelor pluviale și infrastructura rutieră
orașul Nisporeni



Topografie | Cadastru
GIS | Cartografie

1. INTRODUCERE ȘI PREZENTAREA COMPANIEI

Cart Engineering SRL este o companie specializată în servicii de topografie, cadastru, cartografie digitală și fotogrammetrie, cu o experiență de peste 14 ani în domeniu. Compania dispune de personal tehnic înalt calificat și o dotare tehnologică de ultimă generație, oferind soluții complete și integrate pentru proiecte de măsurători geospațiale.

Prezenta oferta tehnica răspunde integral cerințelor prevăzute in Caietul de Sarcini pentru Servicii de scanare aeriana LiDAR, fotogrammetrie si modelare GIS, demonstrând capacitatea tehnica si profesionala a companiei de a livra produse finale de înalta calitate si precizie, conforme legislației și normativelor în vigoare în Republica Moldova.

► Avantaje competitive Cart Engineering SRL:

- Experiență documentată în proiecte LiDAR aeriene și terestre pe întreg teritoriul Republicii Moldova
- Dealer oficial CHCNAV pentru Republica Moldova – acces direct la echipamente de top
- Echipă multidisciplinară: geodezi, specialiști calificați în obținerea și prelucrarea datelor Lidar, specialiști GIS, ingineri cadastrali
- Personal calificat și instruit: inginerii Cart Engineering sunt certificați conform cerințelor Legislației RM și au obținut diferite instruirii în domeniul geospațial;

2. DOTARE TEHNICĂ – ECHIPAMENTE ȘI SOFTWARE

2.1. Sistem LiDAR Aerian – DJI Zenmuse L2

Cart Engineering SRL dispune de sistemul DJI Zenmuse L2 montat pe dronă DJI Matrice M350RTK – unul dintre cele mai performante sisteme LiDAR UAV disponibile pe piața actuală. Acesta combină un senzor LiDAR de generație nouă cu o cameră RGB de înaltă rezoluție pe o singură platformă compactă, asigurând colectarea simultană a datelor LiDAR și fotogrammetrice.



Fig. 1 – DJI Zenmuse L2

- Tehnologie: LiDAR cu fascicul laser multi-return (5 returnuri).
- Precizie: până la 2 cm orizontal și 3 cm vertical (cu DJI Matrice RTK), <1 cm folosind GCP.
- Densitatea punctelor: până la 240.000 puncte/sec.
- Rază de lucru: până la 450 m (reflectivitate 80%).
- Câmp vizual (FOV): 70°.
- Cameră RGB: senzor CMOS 4/3, 20 MP, declanșare sincronizată cu LiDAR.
- IMU integrat: de înaltă precizie pentru corecții de orientare și poziționare.
- Greutate: aprox. 905 g.
- Temperatura de funcționare: -20°C până la +50°C.

2.2. Scanner Laser terestru mobil – CHC RS10 SLAM

Pentru achiziția datelor la nivel terestru (intersecții complexe, pasaje acoperite, zone cu vegetație densă care blochează vizibilitatea aeriană), Cart Engineering SRL utilizează sistemul CHC RS10 – un scanner terestru laser SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) de înaltă performanță, produs de CHC Navigation.



Fig. 2 – CHC RS10 SLAM: Scanner laser mobil terestru

Parametru tehnic	Specificație CHC RS10
Tehnologie	SLAM 3D – fără stație fixă
Precizie relativă	± 1 cm (condiții standard)
Precizie absolută	≤ 5 cm
Raza de scanare	până la 120 m
Viteză achiziție	320.000 puncte/secundă
Canale LiDAR	16 canale verticale
Cameră integrată	Da – RGB pentru colorarea norului de puncte
Greutate totală	0.98 kg – complet portabil

Parametru tehnic	Specificație CHC RS10
Autonomie	4 ore operare continuă
Output direct	Nor de puncte .LAS, imagini RGB

2.3. Sistem GNSS de înaltă precizie

Toate sesiunile de colectare date sunt susținute de stații GNSS de referință (din rețea MOLDPOS) și receptori GNSS RTK profesionali, asigurând georeferențierea precisă a datelor în sistemul de coordonate oficial MOLDREF 99. Receptoare sunt supuse verificării metrologice și au obținut buletin de verificare metrologică.

Echipament	Caracteristici
Stație GNSS de referință	CHC Navigation i93, receptor multi-constelație
Constelații suportate	GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS
Precizie poziționare	H: ± 8 mm + 1 ppm / V: ± 15 mm + 1 ppm (RTK)
Sistem de referință livrat	MOLDREF 99 (cerință Caiet de sarcini)
Postprocesare	PPP / PPK pentru precizie superioară

2.4. Software Profesional – Terrasolid Suite

Procesarea, clasificarea și derivarea produselor din datele LiDAR se realizează cu pachetul software profesional Terrasolid – lider mondial în prelucrarea norurilor de puncte, utilizat de institute cartografice naționale și companii de top din industria geospațială.

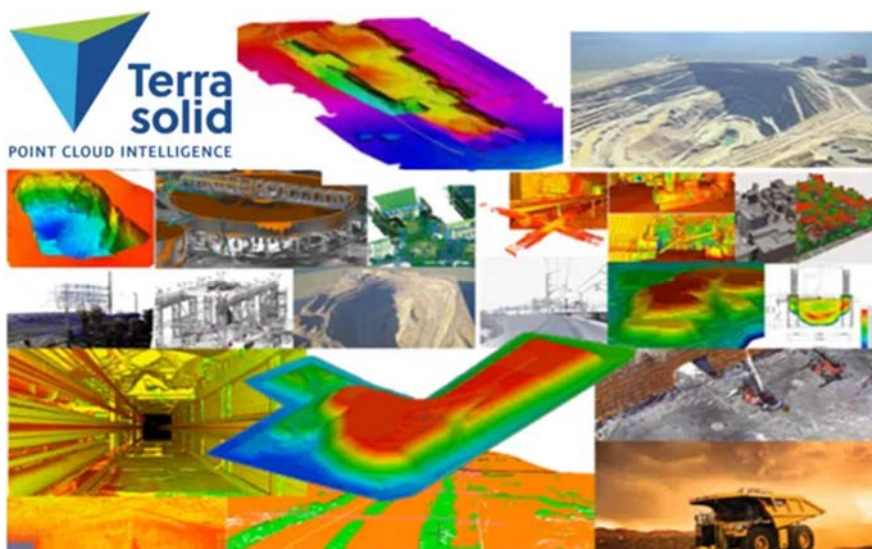


Fig. 3 – Terrasolid Suite: Flux complet de procesare LiDAR

Modul Software	Funcție principală	Utilizare în proiect
TerraScan	Clasificare nor de puncte	Clasificare: sol, vegetație, clădiri, drum, apă, poduri etc.
TerraModeler	Modele digitale teren	Generare DTM, DSM, curbe de nivel 0.5m/1m, analize pantă
TerraMatch	Calibrare și ajustare	Corectare sistematică strip-uri LiDAR, ajustare IMU/GNSS
TerraPhoto	Fotogrammetrie	Colorare nor de puncte, generare ortofotoplan 3 cm/pixel

3. METODOLOGIA DE LUCRU ȘI FLUX DE PROCESARE

Cart Engineering SRL aplică un flux de lucru structurat în 5 etape, asigurând calitatea produselor finale la fiecare pas al procesului:

#	Etapă	Activități principale	Durăță estimată
1	Pregătire și planificare	Recepție limite GIS (.SHP), planificare trasee de zbor, instalare GCP-uri, campanie GNSS RTK/PPK de referință	5-7 zile
2	Colectare date aeriene	Zbor UAV cu DJI Zenmuse L2 (LiDAR + imagini RGB simultane), 3223-4500 ha, scanare terestră CHC RS10 în zone critice	60-90 zile
3	Procesare LiDAR	Calibrare TerraMatch, clasificare TerraScan (≥8 clase), validare GCP, raport de precizie	15-20 zile (concomitent cu colectarea datelor)
4	Produse fotogrammetrice	Postprocesare TerraPhoto, generare ortofotoplan GeoTIFF 3cm/px, model 3D (OBJ/DWG)	10-15 zile (concomitent cu colectarea datelor)
5	Produse GIS și livrare	DTM, DSM, analize hidrologice GIS, vectorizare infrastructură, instruire personal, raport final	15-20 zile
	TOTAL ESTIMAT	De la semnarea contractului până la livrarea finală completă	105-152 zile lucrătoare

3.1. Planificarea misiunii UAV

Planificarea zborurilor se va realiza cu software specializat (DJI Pilot 2 / Mission Planner), ținând cont de:

- Alitudinea optimă de zbor: 100 m AGL – asigurând densitatea minimă de 100 pct/m² și GSD ≤ 2 cm/px
- Suprapunere longitudinală ≥ 90% și transversală ≥ 90% (conform CS)
- Planificarea separată a zonelor urbane dense față de zonele din extravilan
- Evitarea constrângerilor de spațiu aerian (coordonat cu MoldATSA)
- Condiții meteorologice: viteza vântului < 10 m/s, vizibilitate > 5 km

3.2. Clasificarea norului de puncte LiDAR

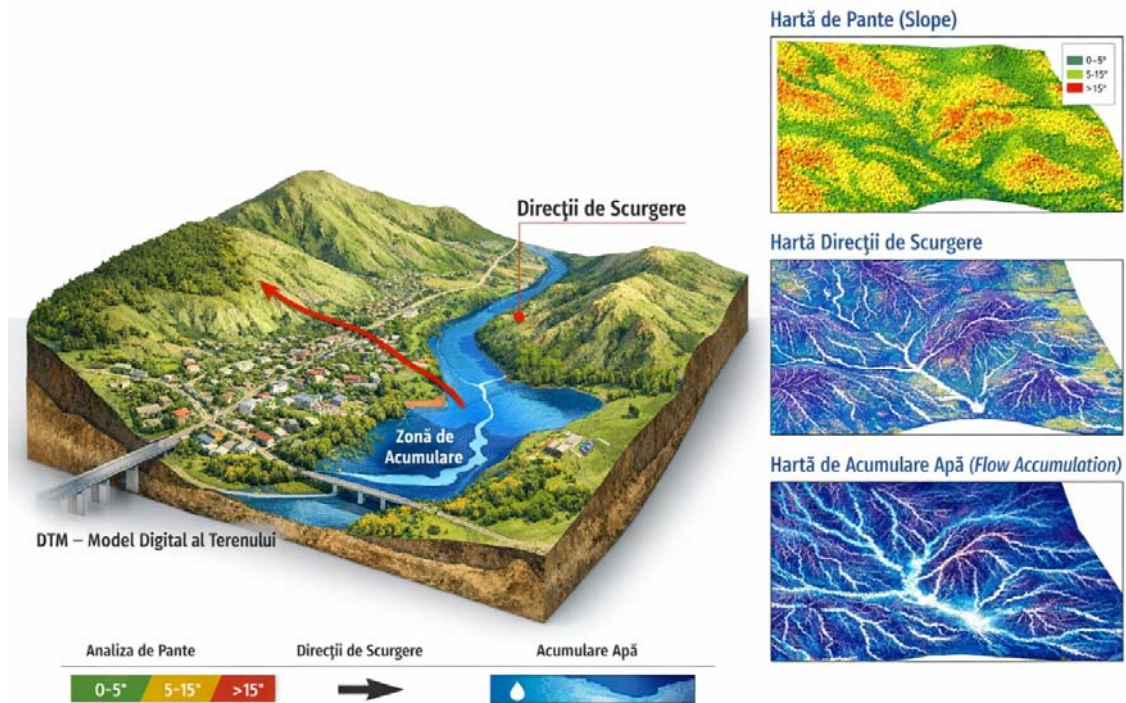
Clasificarea automată și manuală a norului de puncte cu TerraScan va include toate clasele solicitate în Caietul de sarcini, plus clase suplimentare:

Clasă	Denumire	Standard (ASPRS)	Note metodologice
2	Sol (Ground)	ASPRS Class 2	Baza DTM
3	Vegetație joasă	ASPRS Class 3	$h < 0.5$ m
4	Vegetație medie	ASPRS Class 4	$0.5 \text{ m} < h < 2$ m
5	Vegetație înaltă	ASPRS Class 5	$h > 2$ m
6	Clădiri	ASPRS Class 6	Extracție automată + editare manuală
9	Apă	ASPRS Class 9	Cursuri de apă, lacuri
17	Poduri	ASPRS Class 17	Separare de sol și suprafață rutieră
Cls. 20	Suprafață rutieră	Custom Class	Asfalt, beton, pietriș identificate
Cls. 21	Zgomot / erori	ASPRS Class 7	Eliminare puncte incorecte

Având în vedere suprafața extinsă a zonei de interes (~4.500 ha), gestionarea norilor de puncte LiDAR necesită o abordare care să combine procesarea avansată în TerraScan cu vizualizarea și analiza ulterioară în QGIS. În plus, pentru a răspunde cerințelor de performanță și clarificărilor din procedura de achiziție, propunem divizarea norului de puncte în tile-uri pentru deschidere mai rapidă și utilizare eficientă.

3.2.1. Obiective

- Procesarea și clasificarea norilor de puncte la scară mare prin TerraScan.
- Organizarea datelor în tile-uri gestionabile și export în formate optimizate (LAZ, COPC).
- Integrarea facilă în QGIS pentru vizualizare, analiză hidrologică și planificare urbană.
- Asigurarea compatibilității cu aplicațiile CAD/GIS utilizate de beneficiar.



3.2.2. Flux de lucru propus

Preprocesare în TerraScan

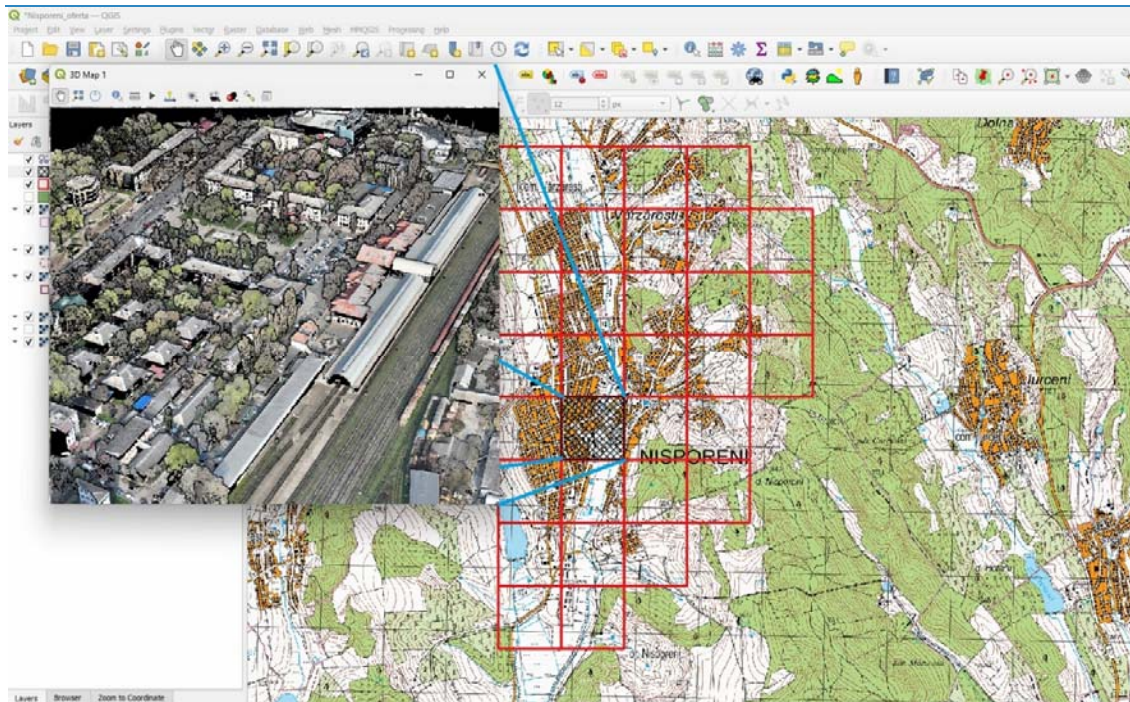
- Împărțirea norului de puncte în tile-uri (1x1 km) pentru gestionarea eficientă;
- Clasificarea automată și verificarea manuală a punctelor (sol, vegetație, clădiri, drumuri, apă etc.);
- Filtrarea zgomotului și exportul în format LAZ/COPC pentru eficiență;

Generarea produselor derivate

- DTM și DSM în GeoTIFF.
- Curbe de nivel în DWG/SHP.
- Model 3D (TIN/Mesh/OBJ).
- Indexare spațială pentru acces rapid.

Integrarea în QGIS

- Încărcarea tile-urilor LAZ/COPC prin plugin PDAL sau Point Cloud Viewer.
- Vizualizare 3D interactivă a terenului și construcțiilor.
- Analize GIS: pantă (Slope), direcții de scurgere (Flow Direction), acumulări de apă (Flow Accumulation), folosind funcționalul de bază QGIS + plugin SAGA
- Suprapunerea datelor cadastrale și infrastructurale, inclusiv serviciile WMS (Web Map Service) și WFS (Web Feature Service) disponibile pe platforma geodata.gov.md.



Modul de acces

- Aplicație desktop QGIS pentru analize avansate
- Integritate CAD (Autodesk Civil 3D) pentru proiecte ingineresti

Extensibilitate și interoperabilitate

- Servicii OGC (WMS/WFS/WCS) pentru integrarea datelor
- Conformitate INSPIRE pentru standarde UE
- Posibilitatea de extindere cu noi straturi tematice (rețele de apă, canalizare, iluminat public).

3.2.3. Suport Post-Livrare

Se asigură suport tehnic post-livrare pentru o perioadă de 3 luni, constând în:

- Asistență pentru integrarea datelor în platformele GIS ale Primăriei Nisporeni (QGIS, ArcGIS, Civil 3D).
- Consultanță privind utilizarea produselor livrate (nor de puncte, ortofotoplan, modele 3D, analize hidrologice).
- Sprijin în configurarea serviciilor OGC (WMS/WFS) și interoperabilitate cu sistemele existente.
- Răspuns rapid la solicitările tehnice prin email sau telefon, cu timp de reacție $\leq 48h$.

4. PRODUSE FINALE LIVRATE

4.1. Nor de puncte LiDAR clasificat

Formatul de livrare: LAS 1.4 / LAZ (comprimit). Norul de puncte va conține:

- ✓ Precizie verticală $RMSE_z \leq 15 \text{ mm}$ și orizontală $RMSE_{xy} \leq 10 \text{ mm}$ (conform cerințelor din CS)

- ✓ Densitate ≥ 50 pct/m² (sol) și ≥ 100 pct/m² (total) – conformă cu Caietul de Sarcini
- ✓ Minim 5 ecouri / impuls (depășind cerința minimă de 3 ecouri)
- ✓ Clasificare completă în 8+ clase ASPRS
- ✓ Georeferențiere în MOLDREF 99, cote Baltic77 (EGM 2008)
- ✓ Nor de puncte colorat RGB (din imagini fotogrammetrice)

4.2. Ortofotoplan

- ✓ Format: GeoTIFF, GSD ≤ 3 cm/pixel (conform CS), complet ortorectificat
- ✓ Acoperire: 100% zona de studiu (3223-4500 ha)
- ✓ Sistem de referință: MOLDREF 99
- ✓ Colorimetrie: RGB natural, fără artefacte de mosaicking

4.3. Modelul digital al terenului

- ✓ DTM (Model Digital al Terenului) – rezoluție 0.5 m/pixel, fără obiecte suprasol, format GeoTIFF
- ✓ DSM (Model Digital al Suprafeței) – cu clădiri, vegetație și infrastructură, rezoluție 0.5 m/pixel
- ✓ Curbe de nivel: echidistanță 0.5 m (sc. 1:500) și 1 m (sc. 1:1000), formate DWG + SHP

4.4. Model 3D al orașului Nisporeni

- ✓ Teren 3D + Clădiri 3D extrase din LiDAR, texturizate cu ortofotoplan
- ✓ Formate livrate: OBJ, DWG 3D, TIN, Mesh 3D (conform CS)
- ✓ Compatibil cu: QGIS, ArcGIS, Autodesk Civil 3D, SketchUp, 3ds Max

4.5. Analize Hidrologice GIS

- ✓ Harta direcțiilor de scurgere (Flow Direction) – DEM-based
- ✓ Harta acumulării apei (Flow Accumulation)
- ✓ Harta zonelor de acumulare (Sinks / Depressions) cu calcul volum
- ✓ Harta pantelor terenului (% și grade sexagesimale)
- ✓ Delimitarea bazinelor hidrografice urbane (Watershed Delineation)

4.6. Vectorizarea infrastructurii rutiere și de drenaj

Vectorizare completă în formate SHP + DWG a:

- Rețelei rutiere cu atribute: tip îmbrăcăminte (asfalt / beton / pietriș / pământ), lățime, stare
- Elementelor de drenaj: șanțuri, rigole, canale, ravene, podețe
- Structurilor hidraulice identificate: cuvete, guri de scurgere, colectori

5. CONTROLUL CALITĂȚII

Cart Engineering SRL aplică un sistem riguros de control al calității pe întreg fluxul de procesare:

Etapă control	Metodă și instrumente
GCP – Puncte de control la sol	Minim 35 GCP materializate, măsurate cu GNSS RTK/PPK ± 1 cm, distribuite uniform pe zona de studiu
Validare nor de puncte	Comparare cu puncte independente (Check Points) – raport RMSE per strat
Control ajustare strip-uri	TerraMatch – analiza și corectarea sistematică a erorilor de calibrare IMU
Validare ortofotoplan	Verificare GSD, seamline blending, radiometrie uniformă
Verificare clasificare	Eșantionare aleatoare 5% din suprafață – verificare manuală a clasificării
Raport final de calitate	Document tehnic cu statistici RMSE, histograme densitate, capturi de ecran din toate produsele finale

6. INSTRUIRE

Cart Engineering SRL va organiza o sesiune de instruire pentru personalul tehnic al Primăriei Nisporeni, cu durata de minimum 3 zile calendaristice (conform Caietului de sarcini), cu conținut prezentat în tabelul de mai jos:

Zi	Tema	Conținut detaliat
1	Introducere în datele LiDAR și GIS	Structura norului de puncte LAS/LAZ, vizualizare în QGIS/ArcGIS, manipulare straturi, măsurători și analize de bază
2	Lucrul cu DTM, DSM și Ortofotoplan	Analize de pantă, direcții de scurgere, generare profile, exporturi CAD (DXF/DWG), integrare cu planul cadastral
3	Analize hidrologice și model 3D	Utilizare hărți hidrologice, identificare zone de risc, vizualizare model 3D, utilizare practică pentru planificarea infrastructurii

Instruirea va fi însoțită de materiale didactice tipărite și electronice, inclusiv un ghid de utilizare pas-cu-pas adaptat cu datele furnizate pentru orașul Nisporeni.

7. PROPRIETATEA DATELOR ȘI CONFIDENȚIALITATE

- ▶ Toate datele generate în cadrul proiectului devin proprietatea exclusivă a Primăriei orașului Nisporeni.
- ▶ Cart Engineering SRL se angajează să nu distribuie, comercializeze sau utilizeze datele în alte scopuri fără acordul scris prealabil al beneficiarului.

8. TERMENE DE LIVRARE ȘI CONDIȚII CONTRACTUALE

Parametru	Detalii
Termen de execuție total	Aproximativ 122 zile lucratoare de la semnarea contractului

Parametru	Detalii
Condiție meteorologică	Zborurile se vor reprograma automat în caz de vânt puternic sau precipitații;
Rapoarte de progres	Prestatorul va transmite beneficiarului rapoarte de progres lunare
Livrare etapizată	Livrarea se face pe etape (nor de puncte, ortofoto, produse GIS) la finalizarea fiecărei etape
Recepție și acceptanță	5 zile calendaristice pentru verificarea fiecărei livrabile de către beneficiar
Garanție date	6 luni – corectarea neconformităților depistate

9. TABEL DE CONFORMITATE CU CAIETUL DE SARCINI

Tabelul următor demonstrează conformitatea deplină a ofertei tehnice Cart Engineering SRL cu toate cerințele prevăzute în Caietul de Sarcini:

Cerință Caiet de sarcini	Soluție Cart Engineering SRL	Conformitate
Min. 3 ecouri LiDAR	DJI Zenmuse L2: 5 ecouri/impuls	CONFORM
Densitate ≥ 50 pct/m ² (sol)	100-150 pct/m ² sol	CONFORM
Densitate totală ≥ 100 pct/m ²	200+ pct/m ² total	CONFORM
RMSEz $\leq 6-15$ mm	≤ 10 mm (DJI L2+GCP)	CONFORM
RMSExy ≤ 10 mm	$\leq 8-10$ mm (DJI L2+GCP)	CONFORM
GSD ≤ 2 cm/pixel colectare date	2 cm/pixel	CONFORM
Suprapunere $\geq 90\%/90\%$	90-95% long./transv.	CONFORM
Sistem MOLDREF 99	Livrat în MOLDREF 99, sistem de altitudini – Baltic 77 (EGM 2008)	CONFORM
Ortofotoplan GeoTIFF 3cm	GeoTIFF, GSD ≤ 3 cm, RGB natural	CONFORM
DTM + DSM + Curbe nivel	DTM/DSM 0.5m res. + CV 0.5m și 1m	CONFORM
Model 3D OBJ/DWG/TIN/Mesh	Toate 4 formate livrate	CONFORM
Analize hidrologice GIS	5 produse hidrologice conform CS	CONFORM
Vectorizare infrastructură SHP+DWG	Drumuri + drenaj în SHP și DWG	CONFORM
Compatibilitate QGIS/ArcGIS/Civil 3D	Verificat cu toate 3 platforme	CONFORM
Instruire personal min. 3 zile	3 zile structurate cu materiale incluse	CONFORM
Proprietate date – Primăria Nisporeni	Clauză contractuală cu prevederi stricte	CONFORM

► **Această ofertă tehnică a fost elaborată de Cart Engineering SRL conform Caietului de sarcini publicat și reflectă capacitatea reală a companiei de a executa integral și la calitate înaltă toate serviciile solicitate.**

- Persoana de contact pentru clarificări tehnice: Adrian Iepure – Director
- Email: info@cartengineering.md
- Telefon: +373 68 432 333
- Adresă: mun. Chișinău, str. Pietrarilor 10/6, of. D101
- Web: www.cartengineering.md

Administrator CART ENGINEERING SRL

Adrian Iepure

09 aprilie 2026