In[1]:=
```
(* PUNTO 1 *)
f=L/2;
F[z_]=a*z^2+b*z+c;                    (* Equazione della parabola *)
delta=b^2-4*a*c;       (* SISTEMA D'EQUAZIONI PER TROVARE LA FUNZIONE DELLA PARABOLA DATA *)
E1=-b/(2*a)==L/2;         (* Equazione per cordinata x del vertice della parabloa *)
E2=-delta/(4*a)==f;       (* Equazione per cordinata y del vertice della parabloa *)
E3=F[0] ==0;               (* Parabola passante per punto A ''il nostro vincolo'' *)
S=Solve[{ E1, E2, E3},{a, b,c}]
G[z_]=Simplify[F[z]/.{S}]
```

Out[2]= $\left\{\left\{a \to -\frac{2}{L}, b \to 2, c \to 0\right\}\right\}$

Out[3]= $\left\{\left\{\frac{2\,(L-z)\,z}{L}\right\}\right\}$

In[4]:=
```
D1=Simplify[D[G[z]/.{S},z]]  (* Derivata prima della funzione della parabola *)
D2=D[D1,z]                    (* Derivata seconda della funzione della parabola *)
```

Out[4]= $\left\{\left\{\left\{\left\{2-\frac{4\,z}{L}\right\}\right\}\right\}\right\}$

Out[5]= $\left\{\left\{\left\{\left\{-\frac{4}{L}\right\}\right\}\right\}\right\}$

In[6]:=
```
(* PARAMETRIZZAZIONE DELLA CURVA *)
TANθ[z_]=D1                   (* porto tangθ in funzione di z *)
ds=Simplify[Sqrt[1+D1^2]]      (* porto ds in funzione di z *)
SINθ[z_] =D1/ds               (* porto sinθ in funzione di z *)
COSθ[z_] =1/ds                (* porto cosθ in funzione di z *)
```

Out[6]= $\left\{\left\{\left\{\left\{2-\frac{4\,z}{L}\right\}\right\}\right\}\right\}$

Out[7]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}\right\}\right\}\right\}\right\}$

Out[8]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\frac{2-\frac{4\,z}{L}}{\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}}\right\}\right\}\right\}\right\}$

Out[9]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\frac{1}{\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}}\right\}\right\}\right\}\right\}$

In[10]:=

```
(* SISTEMA FO *)
(* equazione alla traslazione orizzontale *)
E4=(VA-VC)* COSθ[0]-HA *SINθ[0]==0 ;
(* equazione alla traslazione verticale *)
E5=L *p-HA *COSθ[0]-(VA +VC)*SINθ[0]==0 ;
(* equazione alla rotazione in A *)
E6=L*VC *SINθ[0]-(L^2)*p/2==0 ;
SO=Solve[{ E4, E5, E6},{VA,VC,HA}];
HAO={HA}/. SO
VAO={VA}/. SO
VCO={VC}/. SO
```

Out[14]= $\{\{0\}\}$

Out[15]= $\left\{\left\{\frac{1}{4}\sqrt{5}\,L\,p\right\}\right\}$

Out[16]= $\left\{\left\{\frac{1}{4}\sqrt{5}\,L\,p\right\}\right\}$

In[17]:=

```
(* Momento in F0 *)
M0[z_]=Simplify[-((p z^2)/2)+VAO*SINθ[0]*(z)-VAO *COSθ[0]*G[z] ]
```

Out[17]= $\{\{\{\{0\}\}\}\}$

In[18]:=

```
(* SISTEMA F1 *)
(* equazione alla traslazione orizzontale *)
E7=VA*COSθ [0]-HA*SINθ[0]-VC*COSθ[0]+1*SINθ[0]==0;
(* equazione alla traslazione verticale *)
E8=-VA*SINθ[0]-VC*SINθ[0]-HA*COSθ[0]-1*COSθ[0]==0;
(* equazione alla rotazione in A *)
E9=VC*SINθ[0]*L+1*COSθ [0]*L==0;
S1=Solve[{ E7, E8, E9},{VA,VC,HA}];
HA1={HA}/. S1
VA1={VA}/. S1
VC1={VC}/. S1
```

Out[22]= $\{\{1\}\}$

Out[23]= $\left\{\left\{-\frac{1}{2}\right\}\right\}$

Out[24]= $\left\{\left\{-\frac{1}{2}\right\}\right\}$

In[25]:=

```
(* Momento in F1 *)
M1[z_]=Simplify[VA1*SINθ[0]*(z)-VA1*COSθ[0]*G[z]+1*COSθ[0]*(z)+1*SINθ[0]*(G[z])]
```

Out[25]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\frac{\sqrt{5}\,(L-z)\,z}{L}\right\}\right\}\right\}\right\}$

In[26]:=

```
(* MULLER-BRESLAU *)
ℒv10=Simplify[ Integrate[M1[z]*M0[z]/(EY*J)*ds,{z,0,L}]];
ℒv11 =Integrate[M1[z]^2/(EY*J)*ds,{z,0,L}];
 η10 =ℒv10 ; η11 =ℒv11 ;
η1=η10 +X1*η11  ==0;
S2=Solve[{ η1},{X1}]
XE=0
```

Out[30]= $\{\{X1 \to 0\}\}$

Out[31]= 0

In[32]:=
```
M1E=M0[z]+XE*M1[z] (* Momento esatto del PUNTO 1 *)
```
Out[32]= {{{{0}}}}

In[33]:=
```
VAE=VAO+XE*VA1  (* VA esatto del PUNTO 1 *)
```
Out[33]= $\left\{\left\{\frac{1}{4}\sqrt{5}\ L\ p\right\}\right\}$

In[34]:=
```
HAE=HAO+XE*HA1   (* HA esatto del PUNTO 1 *)
```
Out[34]= {{0}}

In[35]:=
```
(* CALCOLO DELLE CDS *)
(* Forza normale di compressione del PUNTO 1 *)
N1E=Simplify[ -VAE*(COSθ[0])/COSθ[z]]
```
Out[35]= $\left\{\left\{\left\{\left\{-\frac{1}{4}\ L\ p\sqrt{1+\left(2-\frac{4\ z}{L}\right)^2}\right\}\right\}\right\}\right\}$

In[36]:=
```
(* PUNTO 2 *)
(* equazione alla traslazione orizzontale *)
E10=(VA-VC)* COSθ[0]-HA *SINθ[0]+q*L ==0 ;
(* equazione alla traslazione verticale *)
E11=-HA *COSθ[0]-(VA +VC)*SINθ[0]==0 ;
(* equazione alla rotazione in A *)
E12=L*VC *SINθ[0]-q*L*f==0 ;
S3=Solve[{ E10,E11,E12},{VA,VC,HA}];
HA2O={HA}/. S3
VA2O={VA}/. S3
VC2O={VC}/. S3
```
Out[40]= $\left\{\left\{\frac{L\ q}{\sqrt{5}}\right\}\right\}$

Out[41]= $\left\{\left\{-\frac{7\ L\ q}{4\sqrt{5}}\right\}\right\}$

Out[42]= $\left\{\left\{\frac{1}{4}\sqrt{5}\ L\ q\right\}\right\}$

In[43]:=
```
(* Momento in F0 del Punto 2 *)
M20[z_]=VA2O*SINθ[0]*z-VA2O*COSθ[0]*G[z]+HA2O*COSθ[0]*z+HA2O*SINθ[0]*G[z]+q*z*(f-G[z])
```
Out[43]= $\left\{\left\{\left\{\left\{-\frac{1}{2}\ L\ q\ z+\frac{3}{2}\ q\ (L-z)\ z+q\ z\left(\frac{L}{2}-\frac{2\ (L-z)\ z}{L}\right)\right\}\right\}\right\}\right\}$

In[44]:=
```
(* SISTEMA F1 *)
(* equazione alla traslazione orizzontale *)
E13=VA*COSθ [0]-HA*SINθ[0]-VC*COSθ[0]+1*SINθ[0]==0;
(* equazione alla traslazione verticale *)
E14=-VA*SINθ[0]-VC*SINθ[0]-HA*COSθ[0]-1*COSθ[0]==0;
(* equazione alla rotazione in A *)
E15=VC*SINθ[0]*L+1*COSθ [0]*L==0;
S4=Solve[{ E13,E14,E15},{VA,VC,HA}];
HA21={HA}/. S4
VA21={VA}/. S4
VC21={VC}/. S4
```

Out[48]= $\{\{1\}\}$

Out[49]= $\{\{-\frac{1}{2}\}\}$

Out[50]= $\{\{-\frac{1}{2}\}\}$

In[51]:=
```
(* Momento in F1 del PUNTO 2 *)
M21[z_]=Simplify[VA21*SINθ[0]*z-VA21*COSθ[0]*G[z]+1*COSθ[0]*z+1*SINθ[0]*G[z]]
```

Out[51]= $\{\{\{\{\frac{\sqrt{5}\ (L-z)\ z}{L}\}\}\}\}$

In[52]:=
```
(* MULLER-BRESLAU *)
ℒv210=Simplify[ Integrate[M21[z]*M20[z]/(EY*J)*ds,{z,0,L}]]
ℒv211 =Simplify[Integrate[M21[z]^2/(EY*J)*ds,{z,0,L}]]
η210 =ℒv210 ; η211 =ℒv211 ;
η21=η210 +X21*η211==0;
S5=Solve[{ η21},{X21}]
```

Out[52]= $\{\{\{\{\frac{5\ L^4\ q\ \left(170+87\ \sqrt{5}\ \text{ArcSinh}[2]\right)}{49\,152\ \text{EY}\ J}\}\}\}\}$

Out[53]= $\{\{\{\{\frac{25\ L^3\ \left(34\ \sqrt{5}\ +87\ \text{ArcSinh}[2]\right)}{24\,576\ \text{EY}\ J}\}\}\}\}$

Out[56]= $\{\{\text{X21}\to -\frac{L\ q\ \left(170+87\ \sqrt{5}\ \text{ArcSinh}[2]\right)}{10\ \left(34\ \sqrt{5}\ +87\ \text{ArcSinh}[2]\right)}\}\}$

In[57]:=
```
X2E=Simplify[{X21}/. S5 ]
M2E=Simplify[M20[z]+Simplify[X2E*M21[z]]] (* M[z] esatto del PUNTO 2*)
VA2E=Simplify[VA20+Simplify[X2E*VA21]]     (* VA esatto del PUNTO 2*)
HA2E=Simplify[HA20+Simplify[X2E*HA21]]     (* HA esatto del PUNTO 2 *)
```

Out[57]= $\{\{-\frac{L\ q\ \left(170+87\ \sqrt{5}\ \text{ArcSinh}[2]\right)}{340\ \sqrt{5}\ +870\ \text{ArcSinh}[2]}\}\}$

Out[58]= $\{\{\{\{\frac{q\ z\ \left(L^2-3\ L\ z+2\ z^2\right)}{L}\}\}\}\}$

Out[59]= $\{\{-\frac{3\ L\ q\ \left(170+87\ \sqrt{5}\ \text{ArcSinh}[2]\right)}{340\ \sqrt{5}\ +870\ \text{ArcSinh}[2]}\}\}$

Out[60]= $\{\{\frac{L\ q\ \left(170+87\ \sqrt{5}\ \text{ArcSinh}[2]\right)}{340\ \sqrt{5}\ +870\ \text{ArcSinh}[2]}\}\}$

In[61]:=
```
(* FORZA NORMALE E TAGLIO PUNTO 2 *)
E16=N2*COSθ[z]+T2*SINθ[z]+VA2E*COSθ[0]-HA2E*SINθ[0]+q*z==0;
E17=T2*COSθ[z]-N2*SINθ[z]-HA2E*COSθ[0]-VA2E*SINθ[0]==0;
S6=Solve[{ E16,E17},{N2,T2}];
N2E=Simplify[{N2}/. S6]
T2E=Simplify[{T2}/. S6]
```

Out[64]= $\left\{\left\{\frac{3\,q\,(L-2\,z)}{2\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}}\right\}\right\}$

Out[65]= $\left\{\left\{\frac{q\,\left(L^2-8\,L\,z+8\,z^2\right)}{2\,L\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}}\right\}\right\}$

In[66]:=
```
(* SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI PUNTO 1 + PUNTO 2 *)
MF=M2E
NF=Simplify[N1E+N2E]
TF=Simplify[T2E]
```

Out[66]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\frac{q\,z\,\left(L^2-3\,L\,z+2\,z^2\right)}{L}\right\}\right\}\right\}\right\}$

Out[67]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\frac{6\,q\,(L-2\,z)-L\,p\left(1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2\right)}{4\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}}\right\}\right\}\right\}\right\}$

Out[68]= $\left\{\left\{\frac{q\,\left(L^2-8\,L\,z+8\,z^2\right)}{2\,L\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}}\right\}\right\}$

In[69]:=
```
(* PUNTO 3 ECCENTRICITA *)
e=MF/NF
```

Out[69]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\frac{4\,q\,z\,\left(L^2-3\,L\,z+2\,z^2\right)\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}}{L\left(6\,q\,(L-2\,z)-L\,p\left(1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2\right)\right)}\right\}\right\}\right\}\right\}$

In[70]:=
```
(* Derivata prima della funzione ''Curva delle Pressioni'' *)
TANeθ[z_]=Simplify[D[e,z]]
```

Out[70]= $\left\{\left\{\left\{\left\{\left(4\,q\left(-5\,L^6\,(5\,p-6\,q)+54\,L^5\,(5\,p-6\,q)\,z-2\,L^4\,(599\,p-684\,q)\,z^2+48\,L^3\,(60\,p-59\,q)\,z^3-160\,L^2\,(25\,p-18\,q)\,z^4+384\,L\,(8\,p-3\,q)\,z^5-1024\,p\,z^6\right)\right)\Big/\left(L^2\left(L^2\,(5\,p-6\,q)-4\,L\,(4\,p-3\,q)\,z+16\,p\,z^2\right)^2\sqrt{1+\left(2-\frac{4\,z}{L}\right)^2}\right)\right\}\right\}\right\}\right\}$

In[71]:=
```
(* funzione dell' intradosso della parabola *)
H=L/20; (* spessore arco *)
(* Equazione per cordinata x del vertice della parabloa *)
E18=-b/(2*a)==L/2;
(* Equazione per cordinata y del vertice della parabloa *)
E19=-delta/(4*a)==f-H/2;
(* Parabola passante per punto A ''il nostro vincolo'' *)
E20=F[(H/2)*SINθ[0]] ==-(H/2)*COSθ[0];
S7=Solve[{ E18, E19, E20},{a, b,c}]
G2[z]=Simplify[F[z]/.{S7}]
```

Out[74]=
$$\left\{\left\{a\to\frac{10\left(95+\sqrt{5}\right)}{-501\,L+20\sqrt{5}\,L},\ b\to\frac{10\left(-95-\sqrt{5}\right)}{-501+20\sqrt{5}},\ c\to\frac{-19\,L+480\sqrt{5}\,L}{-20040+800\sqrt{5}}\right\}\right\}$$

Out[75]=
$$\left\{\left\{\frac{\left(-19+480\sqrt{5}\right)L^2-400\left(95+\sqrt{5}\right)L\,z+400\left(95+\sqrt{5}\right)z^2}{40\left(-501+20\sqrt{5}\right)L}\right\}\right\}$$

In[76]:=
```
(* funzione dell' estradosso della parabola *)
(* Equazione per cordinata x del vertice della parabloa *)
E21=-b/(2*a)==L/2;
(* Equazione per cordinata y del vertice della parabloa *)
E22=-delta/(4*a)==f+H/2;
(* Parabola passante per punto A ''il nostro vincolo'' *)
E23=F[-(H/2)*SINθ[0]] ==(H/2)*COSθ[0];
S8=Solve[{ E21, E22, E23},{a, b,c}]
G3[z]=Simplify[F[z]/.{S8}]
```

Out[79]=
$$\left\{\left\{a\to\frac{10\left(-105+\sqrt{5}\right)}{501\,L+20\sqrt{5}\,L},\ b\to\frac{10\left(105-\sqrt{5}\right)}{501+20\sqrt{5}},\ c\to\frac{21\,L+520\sqrt{5}\,L}{20040+800\sqrt{5}}\right\}\right\}$$

Out[80]=
$$\left\{\left\{\frac{\left(21+520\sqrt{5}\right)L^2-400\left(-105+\sqrt{5}\right)L\,z+400\left(-105+\sqrt{5}\right)z^2}{40\left(501+20\sqrt{5}\right)L}\right\}\right\}$$

In[81]:=
```
(* Derivata prima della funzione che descrive l'intradosso *)
TANintradossoθ[z_]=Simplify[D[G2[z],z]]
(* Derivata prima della funzione che descrive l'estradosso *)
TANestradossoθ[z_]=Simplify[D[G3[z],z]]
```

Out[81]=
$$\left\{\left\{-\frac{10\left(95+\sqrt{5}\right)(L-2\,z)}{\left(-501+20\sqrt{5}\right)L}\right\}\right\}$$

Out[82]=
$$\left\{\left\{-\frac{10\left(-105+\sqrt{5}\right)(L-2\,z)}{\left(501+20\sqrt{5}\right)L}\right\}\right\}$$

In[83]:=

```
(*valore di q per cui la parabola è tangente all'estradosso o intradosso dell'arco*)
E24=TANintradossoθ[z]==TANeθ[z]
S9=Solve[{E24},{q}];
q2=Simplify[{q}/.{S9}];

(* questo non basta, deve essere uguale anche fissando i punti dell'estradosso o intradosso*)
(* è IMPOSSIBILE che la curva sia tangente in tutti i punti dell'intradosso o estradosso *)
```

Out[83]=

$$\left\{\left\{-\frac{10\left(95+\sqrt{5}\right)(L-2z)}{\left(-501+20\sqrt{5}\right)L}\right\}\right\} == \left\{\left\{\left\{\left\{\left(4q\left(-5L^6(5p-6q)+54L^5(5p-6q)z-2L^4(599p-684q)z^2+48L^3(60p-59q)z^3-160L^2(25p-18q)z^4+384L(8p-3q)z^5-1024pz^6\right)\right)\Big/\left(L^2\left(L^2(5p-6q)-4L(4p-3q)z+16pz^2\right)^2\sqrt{1+\left(2-\frac{4z}{L}\right)^2}\right)\right\}\right\}\right\}\right\}$$